

**500 ANOS DE USO  
DO SOLO NO BRASIL**

### **Entidades colaboradoras**

Universidade Estadual de Santa Cruz

Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira

Departamento de Fomento e Fiscalização Agropecuária do Ministério  
da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Sociedade Brasileira de Ciências do Solo

# 500 ANOS DE USO DO SOLO NO BRASIL

Quintino Reis de Araujo  
(Organizador)



Editora da UESC

Ilhéus – Bahia – Brasil  
2002

EDITUS - EDITORA DA UESC  
Universidade Estadual de Santa Cruz  
Rodovia Ilhéus/Itabuna, km 16 - 45650-000 Ilhéus, Bahia, Brasil  
Tel.: (073) 680-5028 - Fax (073) 689-1126  
http://www.uesc.br e-mail: editus@uesc.br

GOVERNO DO ESTADO DA BAHIA  
OTTO ALENCAR - GOVERNADOR

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO  
ANA LÚCIA B. CASTELO BRANCO - SECRETÁRIA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ  
RENÉE ALBAGLI NOGUEIRA - REITORA  
MARGARIDA CORDEIRO FAHEL - VICE-REITORA

DIRETORA DA EDITUS  
MARIA LUIZA NORA

REVISÃO:  
AUTORES

ORGANIZAÇÃO:  
JOELIA SAMPAIO OLIVEIRA  
JACQUELINE CONCEIÇÃO CELESTINO DO AMARAL

CAPA:  
CRISTIANO MAIA (LOGOMARCA ORIGINAL)  
QUINTINO REIS DE ARAÚJO

#### EQUIPE EDITUS

DIR. DE POLÍTICA EDITORAL: JORGE MORENO; REVISÃO: MARIA LUIZA NORA,  
DORIVAL DE FREITAS; SUPERVISÃO DE PRODUÇÃO: MARIA SCHAUN;  
COORD. DE DIAGRAMAÇÃO: ADRIANO LEMOS; DESIGN GRÁFICO: ALENCAR JÚNIOR

*Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)*

---

Q7 500 anos de uso do solo no Brasil / Quintino Reis de Araujo (organizador).  
- Ilhéus, Ba : Editus, 2002.  
xiii, 605p. : il.

Trabalho realizado durante a XIII REunião Brasileira de Manejo e  
Conservação do Solo e da Água (XIII RBMCSA), realizada no ano  
2000, em Ilhéus - Bahia.

Diversos autores.  
Inclui bibliografia

1. Solo - Uso. 2. Solo - Uso - Congressos. 3. Solo - Conservação. 4.  
Solo - Uso - Brasil. I. Araujo, Quintino Reis de.

CDD 631.4

---

OS CONCEITOS EMITIDOS E A REVISÃO VERNACULAR DESTES  
LIVROS SÃO DE INTEIRA RESPONSABILIDADE DOS AUTORES

**COMISSÃO ORGANIZADORA**  
**XIII Reunião Brasileira de Manejo e**  
**Conservação do Solo e da Água**

Quintino Reis de Araujo  
**Presidente**

Paulo Cesar Lima Marrocos  
**Secretário Executivo**

Maria Helena C. F. Serôdio  
**Tesoureiro**

**SUB - COMISÕES**

**TÉCNICA**

Paulo Cesar Lima Marrocos (Coord.)  
 Edson Lopes Reis  
 George Andrade Sodré  
 José Vanderlei Ramos  
 Quintino Reis de Araujo  
 Rafael Edgardo Chepote  
 Robério Gama Pacheco  
 Sandoval Oliveira de Santana

George Andrade Sodré (Coord.)  
 Edson Lopes Reis

**INFRA-ESTRUTURA E SOCIAL**

Isabel C F Lima Brandão (Coord.)  
 José Vanderlei Ramos  
 Maria Helena C. F. Serôdio  
 Regina Alves Ferreira

**DIVULGAÇÃO E COMUNICAÇÃO**

Edson Lopes Reis  
 Isabel C F Lima Brandão  
 Maria Helena C. F. Serôdio  
 Regina Alves Ferreira

**SECRETARIA**

Ana Amélia Lins Araujo  
 Gersonita Santos Pereira  
 Joélia Sampaio Oliveira  
 Valda Maria de Freitas Ribeiro

**EXCURSÃO TÉCNICA**

Sandoval Oliveira Santana (Coord.)  
 Quintino Reis de Araujo

**APOIO**

Adilson Reginaldo Peixoto Aquino  
 Ana Maria Ferreira Mendonça Freire  
 Evandro Araújo de Miranda  
 Orlando de Castro Paternostro  
 Raimundo Marques da Silva  
 Renato Nunes da Silva Novais

**FINANÇAS**

Maria Helena C. F. Serôdio (Coord.)  
 Wellington Duarte da Costa

**PLENÁRIA**

**AVALIADORES CIENTÍFICOS****CEPLAC/CEPEC**

Edson Lopes Reis  
George Andrade Sodré  
José Vanderlei Ramos  
Paulo Cesar Lima Marrocos  
Quintino Reis de Araujo  
Rafael Edgardo Chepote  
Robério Gama Pacheco  
Sandoval Oliveira de Santana

**EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA**

Aldo Vilar Trindade  
Ana Lúcia Borges  
Eugênio Ferreira Coelho  
Jayme de Cerqueira Gomes  
Laércio Duarte Souza  
Luciano da Silva Souza  
Luiz Francisco da Silva Souza  
**AGRUFBA**

Anacleto Ranulfo dos Santos  
Áureo Oliveira  
Edna Carvalhal de Almeida  
Francisco Adriano Pereira  
Joelito de Oliveira Rezende  
Jorge Antonio Gonzaga Santos  
Paulo Gabriel Nacif

**IESB**

Marcelo Araújo

**UESC**

Ana Maria Moreau  
José Cláudio Faria  
José Olímpio Souza Júnior  
Maurício Moreau  
Raildo Motta de Jesus

# **PARTICIPAÇÃO INSTITUCIONAL**

## **XIII Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água**

### **COORDENAÇÃO:**

CEPLAC / Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC)

### **PROMOÇÃO:**

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo

### **APOIO:**

Águia Branca

Banco do Nordeste do Brasil - BNB

Café Jequié

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq

Coordenação de Apoio ao Pessoal de Ensino Superior – CAPES

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA

Frutelli

Fundação Banco do Brasil – FBB

Fundação Cargill

Fundação Pau-Brasil – FUNPAB

Instituto de Estudos Sócio-Ambientais do Sul da Bahia – IESB

Nestlé

Petrobrás

Prefeitura Municipal de Eunápolis

Prefeitura Municipal de Ilhéus

Prefeitura Municipal de Porto Seguro

Secretaria de Agricultura e Reforma Agrária do Estado da Bahia – SEAGRI-Bahia

Secretaria de Desenvolvimento Rural do Ministério da Agricultura – SDR/MA

Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC

Universidade Federal da Bahia - UFBA





# AUTORES

(Ordem Alfabética)

**Alfredo Kingo Oyama Homma.** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA Amazônia Oriental. Belém/PA. homma@cpatu.embrapa.br

**Ana Lúcia Borges.** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA Mandioca e Fruticultura. Cruz das Almas/BA. analucia@cnpmf.embrapa.br

**Dimas Vital Siqueira Resck.** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA Cerrados. Planaltina-DF. dvsresck@cpac.embrapa.br

**Elmar Antonino Cassol.** Universidade Federal Rio Grande do Sul – UFRGS. Departamento de Solos. Porto Alegre/RS. cassolea@orion.ufrgs.br

**Everardo Vasconcelos de Sá Barreto Sampaio.** Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. Departamento de Energia Nuclear. Recife /PE. esampaio@npdl.ufpe.br

**Fernando Luis Dultra Cintra.** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA Tabuleiros Costeiros. Aracaju/SE. fcintra@cnptc.embrapa.br

**Flávio Luiz Foletto Eltz.** Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Departamento de Solos. Santa Maria/RS. feltz@ccr.ufsm.br

**João Ambrósio de Araujo Filho.** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA Caprinos. Sobral/CE. ambrosio@cnpc.embrapa.br

**João Mielniczuk.** Universidade Federal Rio Grande do Norte – UFRGS. Departamento de Solos. Porto Alegre/RS. mieln@vortex.ufrgs.br

**Joelito de Oliveira Rezende.** Universidade Federal da Bahia – UFBA Escola de Agronomia. Cruz das Almas/BA. joelito@ufba.br

**Jorge Antônio Gonzaga Santos.** Universidade Federal da Bahia – UFBA Escola de Agronomia. Cruz das Almas/BA. jasantos@ufba.br

**José Henrique de Albuquerque Rangel.** Empresa Brasileira de Pesquisa

Agropecuária - EMBRAPA Tabuleiros Costeiros. Aracaju/SE. [rangel@cnptc.embrapa.br](mailto:rangel@cnptc.embrapa.br)

**José Miguel Reichert.** Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Departamento de Solos. Santa Maria/RS. [reichert@ccr.ufsm.br](mailto:reichert@ccr.ufsm.br)

**Laércio Duarte Souza.** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA Mandioca e Fruticultura. Cruz das Almas/BA. [laercio@cnpmf.embrapa.br](mailto:laercio@cnpmf.embrapa.br)

**Lafayette Franco Sobral.** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA Tabuleiros Costeiros. Aracaju/SE. [lafayette@cnptc.embrapa.br](mailto:lafayette@cnptc.embrapa.br)

**Liovando Marciano da Costa.** Universidade Federal de Viçosa – UFV. Departamento de Solos. Viçosa/MG. [liovando@solos.ufv.br](mailto:liovando@solos.ufv.br)

**Luciano da Silva Souza.** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA Mandioca e Fruticultura. Cruz das Almas/BA. [lsouza@cnpmf.embrapa.br](mailto:lsouza@cnpmf.embrapa.br)

**Luiz Augusto Gomes de Souza.** Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA/CPCA. Departamento de Ciências do Solo. Manaus/AM. [souzalag@inpa.gov.br](mailto:souzalag@inpa.gov.br)

**Luiz Carlos Guedes Pinto.** Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Campinas/SP. [guedes@reitoria.unicamp.br](mailto:guedes@reitoria.unicamp.br)

**Luiz Ferreira da Silva.** Consultor Científico. Maceió/AL. [luiz.ferreira@sunnet.com.br](mailto:luiz.ferreira@sunnet.com.br)

**Marco Antonio Gomes Franco.** Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira – CEPLAC/CEPEC/SERAM. Ilhéus/BA. [marcof@cepec.gov.br](mailto:marcof@cepec.gov.br)

**Mauro Resende.** Universidade Federal de Viçosa – UFV, Núcleo de Estudos de Planejamento e Uso da Terra – NEPUT. Viçosa/MG. [mresende@solos.ufv.br](mailto:mresende@solos.ufv.br)

**Milton Ferreira da Silva.** Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC, Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais. Ilhéus/BA. [notlim@jacaranda.uesc.br](mailto:notlim@jacaranda.uesc.br)

**Nelci Olszewski.** Universidade Federal de Viçosa – UFV. Departamento de

Solos. Viçosa/MG. nelci@solos.ufv.br

**Neroli Pedro Cogo.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Faculdade de Agronomia. Departamento de Solos. Porto Alegre/RS. neroli@vortex.ufrgs.br

**Oldair Vinhas Costa.** Universidade Federal de Viçosa – UFV. Departamento de Solos. Viçosa/MG. oldair@solos.ufv.br

**Osmar Muzilli.** Instituto Agrônômico do Paraná – IAPAR. Londrina/PR. omuzilli@pr.gov.br

**Paulo de Tarso Alvim.** Fundação Pau Brasil – FUNPAB. Ilhéus/BA. funpab@ceplac.gov.br

**Paulo Gabriel Soledad Nacif.** Universidade Federal da Bahia – UFBA Escola de Agronomia. Cruz das Almas/BA. pgabriel@ufba.br

**Paulo Klinger Tito Jacomine.** Universidade Federal Rural Pernambuco – UFRPE. Jaboatão dos Guararapes/PE. ricardoj@interway.com.br

**Paulo Leonel Libardi.** Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ/USP. Piracicaba/SP. pllibard@carpa.ciagri.usp.br

**Renato Levien.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Faculdade de Agronomia. Departamento de Solos. Porto Alegre/RS. renatole@vortex.ufrgs.br

**Rômulo S. C. Menezes.** Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. Departamento de Energia Nuclear. Recife /PE. rmenezes@npd.ufpe.br

**Sônia Sena Alfaia.** Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA/CPCA. Departamento de Ciências do Solo. Manaus/AM. sonia@inpa.gov.br

**Telmo Jorge Carneiro Amado.** Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Santa Maria/RS. tamado@ccr.ufsm.br

**Walane Maria P. de Mella Ivo.** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA Tabuleiros Costeiros. Aracaju/SE. walane@cnptc.embrapa.br



# PREFÁCIO

Durante a XIII Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água (XIII RBMCSA), realizada no ano 2000, em Ilhéus - Bahia, centenas de estudiosos debateram sobre os “500 Anos de Uso do Solo no Brasil”. O raciocínio dos profissionais que elegeram o tema da Reunião considera que as grandes e mais significativas alterações antrópicas iniciaram-se com a chegada e a intervenção do chamado “homem civilizado”.

A partir do tema central, o encontro se propôs a: discutir, para os principais ecossistemas brasileiros, a história de uso e manejo das suas terras; avaliar de forma crítica a atual situação dos solos; e, verificados os acertos e os erros cometidos, analisar as perspectivas de uma convivência e um uso mais racional, coerente, cuidadoso, afetivo e ético dos recursos solo e água.

Como um importante momento de reflexão, auto-avaliação e projeção das ações profissionais e de cidadania, a Reunião buscou, ao longo da sua organização, ressaltar algumas questões primordiais:

- Os solos do Brasil têm apenas 500 anos de uso?
- Como classificar as formas de cultivo das terras brasileiras, pelos primeiros povos deste país?
- Qual a relação entre conservação do solo, imediatismo e qualidade de vida?
- As técnicas aplicadas foram e têm sido as mais apropriadas?
- As terras têm sido cultivadas de acordo com sua vocação?
- Em que proporções o desenvolvimento humano, no país, foi influenciado pelo cultivo das terras?
- De que formas o uso e o manejo do solo e da água afetam as condições do meio ambiente?
- Como estão nossos recursos hídricos após 500 anos de cultivo das terras?

A ciência do solo pode ser entendida como base e pólo de inter-relações mútuas com diversas áreas, no sentido da sustentabilidade e do desenvolvimento humano. Assim, representa um dos alicerces do equilíbrio ambiental e da qualidade de vida dos povos. Os princípios de manejo e conservação do solo e da água são primordiais para a produção de alimentos e de matérias

-primas, a convivência com um ambiente saudável, o consumo racional de energia e, assim, para o conforto das comunidades.

A XIII RBMCSA representa profundo e significativo fato, tendo em vista as características, as transformações e os componentes ambientais e sócio-econômicos inerentes ao processo de desenvolvimento da nossa nação. Em particular, a região cacauceira, que sediou a Reunião, tem revelado reflexos negativos em relação à erosão dos solos e à queda da vazão e qualidade das águas. O encontro ocorreu em um momento no qual o cacau, cultura conservacionista, cede espaço para atividades mais expositoras dos solos – deve-se alertar que esta região tem muitos solos susceptíveis à erosão, relevos acidentados, altos índices pluviométricos e um agricultor que por muitas décadas teve o cacau conservando o solo por ele. Alguns desses aspectos são, também, verificados em outras áreas agrícolas brasileiras.

O elevado nível e a representatividade daquele encontro científico podem ser traduzidos pela verificação de palavras-chaves, e interrogações discutidas e compartilhadas em função da realização da Reunião:

- Saúde do Solo, erosão, compactação, degradação, fertirrigação, várzeas, recuperação, mecanização, caatinga, desertificação e conservação. Como a população brasileira é afetada por estes fatos ou fenômenos?
- Diagnóstico e educação ambiental, APA, Agricultura Familiar, Pressão Urbana, História da Agricultura, Impacto Ambiental, Bacia Hidrográfica, chuva, água, lençol freático, contenção de encostas, assentamentos. De que maneira estes assuntos podem subsidiar os nossos planos de ação?
- Húmus, micorriza, pousio, rotação, invasoras, cobertura vegetal, matéria orgânica, queimada, seqüestro de CO<sub>2</sub>, sistema radicular, plantio direto, modelagem, internet, imagem digital, SIG, GPS, fósforo, nitrogênio, turbidez, metal pesado. Estes aspectos têm alguma influência sobre a nossa família e as nossas comunidades?
- Feijão, umbu, pau-brasil, coco, caatinga, girassol, cacau, leguminosa, vetiver, mandioca, manguezais, arroz, guando, sorgo, pupunha, café, milho, eucalipto, ipê, trigo, banana, citros, algodão, pastagem, seringueira, cana, agro-floresta. São claras as influências destes na nossa vida?

A XIII RBMCSA se constituiu em um fato histórico pelo momento vivido pela humanidade e, particularmente, para o Brasil – na comemoração dos seus 500 anos. A Reunião, como parte da programação de evento da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, foi organizada pela Comissão

Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), por meio da Seção de Solos e Nutrição de Plantas do Centro de Pesquisas do Cacau.

Este Livro de Palestras da XIII Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água publica a íntegra dos conteúdos apresentados pelos prelecionistas convidados, o que representa valiosa contribuição para o entendimento dos aspectos históricos, do diagnóstico atual e da perspectiva da nossa atuação como seres que “convivem” com os recursos solo e água, na busca da qualidade de vida para a coletividade.

QUINTINO REIS DE ARAUJO  
ORGANIZADOR  
Presidente da XIII RBMCSA





# Conteúdo

- 01 500 ANOS DE USO DOS SOLOS NO BRASIL  
**Mauro Resende**
- 51 PERSPECTIVAS DO MANEJO E DA CONSERVAÇÃO  
DO SOLO E DA ÁGUA NO BRASIL  
**Neroli Pedro Cogo e Renato Levien**
- 165 DISCURSOS AGRONÔMICOS E A RELAÇÃO HOMEM  
/NATUREZA: A QUESTÃO DA FORMAÇÃO PROFISSIONAL  
**Milton Ferreira da Silva**
- 171 PERSPECTIVAS DO USO E MANEJO DOS SOLOS DA  
MATA ATLÂNTICA NO SUL DA BAHIA  
**Luiz Ferreira da Silva**
- 189 USO DO SOLOS NOS CERRADOS  
**Luiz Carlos Guedes Pinto**
- 201 MANEJO DOS SOLOS DA REGIÃO DOS CERRADOS  
**Liovando Marciano da Costa, Paulo Gabriel Soledad Nacif,  
Oldair Vinhas Costa e Nelci Olszewski**
- 219 PERSPECTIVAS DO USO E MANEJO DOS SOLOS NO CERRADO  
**Dimas Vital Siqueira Resck**
- 239 POLUIÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA  
**Jorge Antônio Gonzaga Santos**
- 247 METODOLOGIA DE PESQUISA EM PLANTIO DIRETO  
**Flávio Luiz Foletto Eltz**
- 257 500 ANOS DE USO DOS SOLOS NA AMAZÔNIA: UM CONTEXTO HISTÓRICO.  
**Alfredo Kingo Oyama Homma**
- 291 SOLOS DOS TRÓPICOS ÚMIDOS E SUA UTILIZAÇÃO SUSTENTÁVEL  
**Paulo de Tarso Alvim**
- 311 PERSPECTIVAS DO USO E MANEJO DOS SOLOS NA AMAZÔNIA  
**Sônia Sena Alfaia e Luiz Augusto Gomes de Souza**

- 329 HISTÓRICO DE USO DOS SOLOS NA CAATINGA  
**João Ambrósio de Araujo Filho**
- 339 PERSPECTIVAS DO USO DOS SOLOS NOP SEMI-ÁRIDO NORDESTINO  
**Everardo Vasconcelos de Sá Barreto Sampaio  
e Rômulo Simões Cesar Menezes**
- 365 CARACTERIZAÇÃO DO ESTÁDIO ATUAL DOS SOLOS SOB CAATINGA  
**Paulo Klinger Tito Jacomine**
- 399 PESQUISAS EM EROSÃO DO SOLO NO BRASIL  
**Elemar Antonino Cassol e José Miguel Reichert**
- 421 CARACTERIAÇÃO DO ESTÁDIO ATUAL DE MANEJO DOS  
SOLOS DOS PAMPAS E DA MATA ARAUCÁRIA  
**Telmo Jorge Carneiro Amado e João Mielniczuk**
- 435 USO DO SOLOS DA MATA ARAUCÁRIA  
**Osmar Muzilli**
- 447 AVALIAÇÃO CRÍTICA DA HISTÓRIA DE USO DOS SOLOS NOS  
TABULEIROS COSTEIROS DO NORDESTE DO BRASIL  
**Lafayette Franco Sobral, Walane Maria P. de Mello Ivo,  
José Henrique de Albuquerque Rangel e  
Fernando Luis Dultra Cintra**
- 463 REFLEXÕES SOBRE AS LIMITAÇÕES AGRÍCOLAS E O MANEJO  
DOS SOLOS COESOS DOS TABULEIROS COSTEIROS  
**Joelito de Oliveira Rezende**
- 521 PERSPECTIVAS DE USO DOS SOLOS DOS TABULEIROS COSTEIROS  
**Luciano da Silva Souza, Ana Lúcia Borges,  
Fernando Luis Dultra Cintra, Laércio Duarte Souza e  
Walane Maria P. de Mello Ivo**
- 581 DINÂMICA DA ÁGUA NOS SOLOS DE TABULEIROS  
**Paulo Leonel Libardi**
- 597 GEOPROCESSAMENTO PARA O MANEJO DOS SOLOS  
**Marco Antonio Gomes Franco**

# 500 ANOS DE USO DO SOLO NO BRASIL

Mauro Resende<sup>1</sup>

## INTRODUÇÃO

Um exame, mesmo cursivo, da paisagem brasileira mostra um mosaico nas características de uso do solo. Convivem lado a lado áreas de bem-estar e prosperidade e outras refletindo as maiores misérias; condomínios de casas amplas, bem espaçadas, ilhadas no verde, e favelas sem verde, sem espaço livre, sem lazer. Essa desigualdade não surgiu do nada, ela reflete um processo histórico que se substanciou ao longo do tempo e que começa, no seu registro com a carta de Pero Vaz de Caminha. Que fatores foram responsáveis por esse contrastante mosaico? A relação campo-cidade tem algo a ver com isso? Por que os processos industriais e de comunicação mudam tão rapidamente e os agroecossistemas teimam em mudar em uma velocidade menor em muitos aspectos? O que faz com que o agricultor brasileiro seja tão resistente às mudanças? Que efeitos a industrialização da agricultura tem nisso tudo? Como têm sido as políticas públicas nesse sentido? Existe algum fator inerente às características intrínsecas de nós, brasileiros, pertinentes nesse processo?

Esse trabalho procura responder a algumas dessas perguntas. Pela própria natureza maiúscula do problema e pelas limitações dos autores em abordar com profundidade e consistência todas os aspectos da questão, esse ensaio é, de certa forma, um pensar alto, o levantamento de algumas questões e proposições para que outros, com mais propriedade, possam equacioná-las com mais consistência.

Nessas considerações foram incluídos: (1) essa introdução; (2) a história de ocupação e uso do solo, começando da carta de Caminha e ressaltando o teor de conhecimento dos habitantes da terra; (3) as considerações sobre as relações campo-cidade e o processo de industrialização da agricultura; (4) as características peculiares dos agroecossistemas, a apresentação do tetraedro ecológico e sustentabilidade; (5) as práticas de convivência e de redução dos problemas; agricultura alternativa; políticas públicas; (6) a questão do conhecimento, das características do homem brasileiro e das políticas públicas no gerenciamento de políticas de uso do solo.

---

<sup>1</sup> Universidade Federal de Viçosa - UFV, Núcleo de Estudos de Planejamento e Uso da Terra - NEPUT, Viçosa/MG.

Assim, essencialmente, procura-se discutir o mosaico de paisagens de uso do solo, enfatiza a relação campo-cidade como a raiz do problema, a natureza tetraedral dos agroecossistemas, as práticas de convivência e redução e suas relações com os processos de industrialização, exclusão social e sustentabilidade e termina por considerar que o saber e sabedoria são ingredientes necessários para otimizar as relações homem -natureza, perseguindo mais o ideal de justiça do que de igualdade.

## OCUPAÇÃO E USO DO TERRITÓRIO (HISTÓRIA)

### AS PRIMEIRAS NOTÍCIAS

Na carta de Caminha, muito divulgada e comentada nos últimos anos devido ao seu aniversário de 500 anos, há registros do uso do solo no Brasil:

“Porque os corpos seus são tão limpos, e tão gordos e tão formosos, que não pode mais ser. Eles não lavram, nem criam, nem há aqui boi, nem vaca, nem cabra, nem ovelha, nem galinha, nem outra nenhuma alimária, que costumada seja ao viver dos homens. Nem comem senão desse inhame, que aqui há muito, e dessa semente e frutos, que a terra e as árvores de si lançam. E com isso andam tais, e tão rijos, e tão nédios, que o não somos nós tanto, com quanto trigo e legumes”.

*(Caminha, 1500).*

A expressão de Caminha reflete um ajuste entre homem e natureza. Poucas pessoas numa área muito grande, vivendo de maneira sustentada. O ar sem poluição e as condições climáticas agradáveis, as águas abundantes e limpas, um solo pobre em nutrientes, mas coberto pela vegetação exuberante, mantida pela ciclagem contínua permitida pela boa disponibilidade de água no solo o ano todo. O cultivo de plantas adaptadas às condições do ambiente. O inhame, a que se refere Caminha, é provavelmente a mandioca, que os próprios índios, não se sabe como, descobriram e nos legaram. Essa não é uma notícia menor. Talvez seja a mais importante de todas elas. A tecnologia moderna não conseguiu ainda identificar as plantas alimentares (e medicinais também) com a eficiência dos nossos antepassados. A botânica moderna contribuiu relativamente muito pouco nesse sentido. Mais será visto sobre esse importante fato. Mas não é só a descoberta da planta em si, há

também a tecnologia de preparo e isso no caso da mandioca é particularmente importante. Degredados e voluntários, estes estimulados talvez pela amistosa recepção, ficaram na terra e devem ter observado essa tecnologia de preparo do pão de São Tomé: *o mantimento comum da terra é uma raiz de pau, que chamam mandioqua, da qual fazem uma farinha de que comem todos, e... faz um pão que escusa o do trigo* (Nóbrega, 1549). Essa recepção, por exemplo, pelos potiguar às missões exploratórias de Pinzón e Lepe, alguns meses antes de Cabral (Bueno, 1998), não foi amistosa. Não se sabe com segurança se pela percepção que os índios tiveram das intenções dos colonizadores ou se pela inabilidade desses. Quanto às intenções, mesmo contra as advertências de Cabral, a nau que voltou dando notícias da terra levou índios consigo. Era o primeiro passo de uma atitude inarmônica com a recepção inicial e que se estenderia depois por séculos afora.

## DE CABRAL ATÉ TRÊS DÉCADAS DEPOIS

Por algumas décadas, exceto por algumas expedições, a terra ficou esquecida. Os interesses estavam voltados para as Índias ou até mesmo para as riquezas minerais dos Andes (Bueno, 1998). O Brasil era, neste contexto, um lugar de passagem. Aqui ficavam os degredados ou naufragos. Alguns outros ficaram voluntariamente. A abundância de pau-brasil, além de outras especialidades da terra, como espécies animais, a facilidade da cooperação indígena em troca de quinquilharias, estimulava o comércio dessa espécie, por exemplo, a nau Bretoa, em 1511, saindo de Cabo Frio, levou cinco mil toros de pau-brasil; 22 tuins, 16 sagüis, 16 gatos, 15 papagaios, 3 macacos, além de quarenta escravos, a maioria mulheres. Nessa época já era arbitrado imposto, o quinto, no Brasil (Abreu, 1988). A busca de ouro e de outras preciosidades minerais não teve de início grande sucesso. A presença de corsários franceses e notícias de metais na América espanhola estimularam a instalação das Capitânicas Hereditárias. Não era propriamente um plano de colonização. Muitos dos donatários nem vieram ver a terra. Em 1531 chegam cana-de-açúcar e gado a São Vicente. Antes disso já havia também vacas e cavalos no sul do País, por influência da América Espanhola. Há relatos de que em 1534 foram trazidos para São Paulo oito vacas e um touro vindos do Paraguai (Amaral, 1958). A cana-de-açúcar, com início na Baixada Santista (alguns pensam que foi em Itamaracá), começou intensamente: 16 engenhos chegaram a ser construídos. A maioria dos estudiosos argumenta que a maior distância da Metrópole impediu o sucesso permanente desses engenhos. Alguns poucos creditam às condições climáticas a causa do insucesso. A Baixada Santista

é formada por solos arenosos ácidos e solos de mangue. Na Ilha de Santo Amaro e esparsamente em outros locais, há ocorrência de solos mais argilosos e de maior fertilidade. Os das elevações são declivosos e de baixa fertilidade (Queiroz Neto e Kupper, 1965). Naquela época não havia a adubação. Con-tava-se com a fertilidade natural. A cana-de-açúcar teve sucesso nos Aluviais e Gleissolos eutróficos ao longo dos rios Igarapé, Beberibe e, mais tarde, ao longo do Capibaribe, em Pernambuco (Andrade, 1973); nos solos vérticos do Recôncavo Baiano; e, mais tarde, nos Aluviais e Gleissolos de Campos dos Goitacases, no Estado do Rio de Janeiro. O insucesso da cana-de-açúcar em São Vicente (Davidoff, 1982) pode ter sido um importante fator em alguns processos que se seguiram: não tendo como adquirir escravos, saíram à caça ao índio, penetrando sertão à dentro, ocupando missões de jesuítas espanhóis, alargando o território brasileiro. Embora não encontrados ainda, os metais da terra eram procurados sempre. Ao ciclo da cana-de-açúcar, seguiram-se o do ouro e o do algodão. Em todo esse processo havia uma retirada de riquezas para alimentar, segundo os historiadores, as extravagâncias da Metrópole. Todos esses ciclos foram responsáveis pela intensificação da escravidão negra, ampliada com o início do ciclo do café. A infeliz caça ao índio, a condenável escravidão e a lamentável espoliação das riquezas pela metrópole, além das profundas cicatrizes deixadas na alma brasileira, trouxeram alguns efeitos benéficos: a caça ao índio conduziu à expansão de fronteiras; a escravidão do negro, ao enriquecimento étnico, cultural e à miscigenação; a espoliação de riqueza fez crescer o sentimento de independência.

## A PECUÁRIA EXTENSIVA

A cana-de-açúcar esteve mais ligada ao litoral; o ciclo do ouro ajudou a ocupar o território, mas era pontual: não há ouro em toda parte. Entre as fontes auríferas há imensos vazios. O algodão intensificou o uso da terra nalgumas regiões do Nordeste; o café teve importância em alguns trechos do Sudeste do Brasil e áreas esparsas no Nordeste. Vê-se, por essas considerações, que falta o elemento que foi capaz de ocupar o território de forma mais contínua: fazer a ligação entre as partes, unificar o País. O Brasil, em grande parte, é envolto por uma bordadura florestal com um interior campestre. O principal elemento de ocupação desse interior foi a pecuária extensiva. Tendo o São Francisco como eixo inicial, a pecuária dos Garcia D'Ávila e dos Guedes (Calmon, 1930) expandiu-se pelas caatingas e cerrados. Para administrar tantas terras associavam-se aos régulos ou capitães que nomeavam procuradores, “dando-lhes autoridade, apoio e força”. A pecuária

extensiva só se expandiu onde a vegetação era naturalmente aberta ou, mais tarde, onde as condições permitissem a formação de pastagens que pudessem ser manejadas com o uso do fogo. Todas as outras áreas ficaram como resíduo: não interessavam ao grande pecuarista. Onde a vegetação original é floresta, a tendência de voltar à condição clímax dificulta a manutenção de pastagens, a não ser naquelas condições peculiares onde o fogo não acelerasse tanto o processo de empobrecimento do solo, isto é, quando os solos eram muito ricos em nutrientes ou onde não os perdesse com facilidade às primeiras chuvas (solos planos, com os dos platôs litorâneos). Nos solos distróficos e de vegetação original florestal o uso do fogo é contraproducente. Expõe a perdas o recurso que está em mínimo. A limpeza pela foice seria muito onerosa para uma pecuária extensiva. Assim, as áreas florestais que não interessaram a cana-de-açúcar ficaram à espera de novos fluxos de ocupação. O agreste, entre a mata canavieira e o sertão pecuário, ficou também como área resíduo, não interessava ao usineiro nem ao pecuarista extensivo. Essas áreas refugadas foram ocupadas por pequenos e médios agricultores. Nesse quadro genérico há algumas ressalvas. Solos planos dos platôs litorâneos são particularmente conservadores de nutrientes. Assim, pastagens de colômbio (*Panicum maximum*), por exemplo, puderam ser mantidas por muitos anos, manejadas com o uso do fogo, mesmo o solo sendo originalmente distrófico. A especulação imobiliária em todos esses casos ajudou a manter o perfil fundiário original.

## OCUPAÇÃO DAS ÁREAS DE VEGETAÇÃO FECHADA

O algodão e o agave, no caso do agreste; a cultura do café, em boa parte do sudeste do Brasil e norte do Paraná, o cacau no sul da Bahia, ajudaram a ocupação das áreas de matas. Na Amazônia, de uma forma peculiar, a seringueira na transição séculos XIXXX, estimulou a ocupação rarefeita e linear ao longo dos rios, como no Acre. Quanto à pecuária extensiva, esgotadas as áreas de vegetação aberta naturalmente e aquelas de solos ricos, contínuas, usadas com colômbio e queima, começaram a formar pastagens às custas da mata original. Esse quadro caracteriza o que vem acontecendo nos últimos anos nas regiões de fronteira de ocupação, particularmente amazônicas (Falesi, 1976).

## A BUSCA DAS RIQUEZAS MINERAIS

Embora essa busca em si mesma seja predatória e negativa na maioria dos aspectos, elas tiveram um papel importante no adentramento do território: somente homens alimentados por uma grande ambição é que poderiam enfrentar as dificuldades de penetração no território. Nisso as técnicas e o conhecimento indígena foram fundamentais. Os colonizadores não poderiam avançar, como fizeram, sem a ajuda dos nativos. Foi essa absorção feita pelos portugueses, adotando muitas das técnicas indígenas, que propiciou, por exemplo, a descoberta de ouro em Mato Grosso. Essa peripécia é descrita por Holanda (1976) como uma das mais fantásticas aventuras do gênero em todo o mundo. Como já foi dito, a mineração foi sobretudo pontual, mas havia, ainda que precária, a comunicação entre os locais, as estradas. No caso específico do Mato Grosso (Cuiabá) o caminho era inicialmente quase todo por via fluvial. As áreas de mineração estão geralmente associadas a áreas de solos muito pobres. Esse é, por exemplo, o caso da região de Cuiabá e de Ouro Preto. Assim, essas áreas são importadoras de alimento. No caso de Cuiabá o isolamento era de tal ordem que as lavouras tinham que ser feitas no próprio local, aproveitando talvez os solos de várzeas do rio Cuiabá. No caso de Ouro Preto a região foi, como é, importadora de alimento (Vasconcelos, 1977). Com a decadência das minas, grande parte da população deslocou-se para o Rio de Janeiro, para, mais tarde, com o ciclo do café, ir voltando em direção à Zona da Mata mineira, por exemplo.

## A LAVOURA CAFEIEIRA

Data de 1731 o registro na alfândega de Lisboa da importação de café proveniente do Maranhão. Isso sugere que o café foi introduzido no Brasil antes daquela atribuída a Francisco de Melo Palheta (Amaral, 1958). No sudeste do Brasil, o café começou pelo Rio de Janeiro, penetrando pelo vale do Paraíba em direção a São Paulo, para depois entrar nos estados de Minas e Espírito Santo. A disponibilidade de terra com solo pobre, mas reserva de nutrientes na vegetação florestal (como se viu nunca interessou a pecuária extensiva) propiciou a expansão da lavoura cafeeira. Essa região é muito bem servida de cursos d'água de superfície, função da profundidade extraordinária do horizonte C e do solo acidentado, criando uma densa rede de drenagem. A cultura do café exige muita mão-de-obra em várias fases de seu ciclo. Não é uma cultura sem gente. Há necessidade de moradores por



perto. Assim, essa disponibilidade de água de superfície foi fundamental nesse processo. Nesses solos de boa drenagem, temperaturas não muito quentes e nem secas pronunciadas houve um intenso processo de ocupação. A lavoura cafeeira é uma das poucas culturas destinadas ao mercado externo que pode ser cultivada por pequenos agricultores, sem grandes investimentos em máquinas etc. A lavoura cafeeira tem assim alguns contornos sociais que fazem dela uma cultura peculiar e por ora insubstituível. Não é muito comum um quadro de miséria onde a lavoura cafeeira é a base econômica; o mesmo não se pode dizer de muitas outras culturas. É claro que a culpa não é da cultura, ela apenas propicia uma ou outra situação.

Mais recentemente a lavoura cafeeira começa a ocupar mais espaços nas áreas de Latossolos mais planos dos cerrados de Minas e Bahia. Isso torna urgente a necessidade de se repensar alternativas ou ajustes para os pequenos e médios produtores nas áreas acidentadas, muito dependentes da lavoura cafeeira. Seria possível algum valor agregado?

## CAMPO-CIDADE

### DE PARASITISMO A COOPERAÇÃO

Nas considerações anteriores pouco se falou da cidade. Isso segue o costume comum de tratar o rural e urbano como coisas distintas. Isso parece ter seguido o fato de que antes o domínio era do campo, onde se localizava inclusive a indústria artesanal; depois houve uma separação econômica e geográfica entre indústria e agricultura, com deslocamento de muita gente para as cidades. Só mais recentemente, e ainda assim de uma forma muito incipiente, é que efetivamente começa a se perceber que a metropolização é o nosso maior problema ecológico. E que a solução encontra-se, em grande parte no campo, parceiro das pequenas e médias cidades. Hoje percebe-se com mais facilidade, o fato de que se a cidade é o parasita da área rural (Odum, 1985). O que ela precisa menos desejar é a morte do hospedeiro. Enfraquecido ele já está. Apesar da inflação dos remédios, serviços, insumos (tudo vindo da cidade) etc a cesta básica, que tem como principal ingrediente os alimentos, está com o seu preço praticamente estável. Quem está perdendo nessa história? Com a ruptura no campo, há o caos na cidade. Assim, campo e cidade precisam ser tratados como uma unidade. A associação precisa passar de franco parasitismo a de cooperação.

## CORRIGINDO DISTORÇÕES INCONVENIENTES

Ao perder a hegemonia nas questões econômicas, a agricultura ficou a reboque da cidade. Não é ela que dita os preços de seus produtos, nisso difere da indústria, do comércio e dos serviços. E há um outro fato agravante: como a cesta básica tem uma forte influência no salário e é de interesse da indústria não aumentar salários, ela pressiona para que os preços dos produtos agrícolas, alimentos ou não, sejam os mais baixos possíveis. Essa posição desvantajosa de negociação, os riscos climáticos, sanitários etc pertinentes à atividade agrícola, torna-a mais suscetível ainda aos riscos de mercado. Junte-se a isso os do armazenamento e transporte e pronto tem-se um complexo de problemas de difícil solução. A conclusão de tudo isso é a óbvia e já objetivamente enfrentada pela Europa, por exemplo, (apesar de criticada pelo governo brasileiro): a agricultura tem que ser subsidiada pois isso é do interesse maior da sociedade. Ela não pode competir livremente, em lugar algum.

As políticas públicas são para isso mesmo, ou seja, para evitar as distorções que a liberdade de comércio pura e simplesmente criariam.

## CAMPO E METROPOLIZAÇÃO

Não é preciso muitos estudos para se perceber um fato incontestante: a relação entre campo e cidade é diferente em países como Brasil e Estados Unidos e Europa. Nestes o padrão comum é de pequenas e médias cidades em continuidade com as áreas cultivadas. No Brasil, os campos cultivados não chegam até as cidades, mesmo as menores. A terra em derredor da cidade não é usada, parece estar sempre à espera de valorização com o crescimento da cidade. Há, assim, um ingrediente de especulação imobiliária que é a matriz de um quadro exacerbado de miséria de terras (de espaço): as casas populares, mesmo construídas na periferia da cidade, ocupam cada qual o mínimo de espaço, num desrespeito às normas de privacidade, conforto mínimo etc. É, não há outra expressão mais apropriada, uma miséria de terra, num país cujo recurso maior é exatamente a terra.

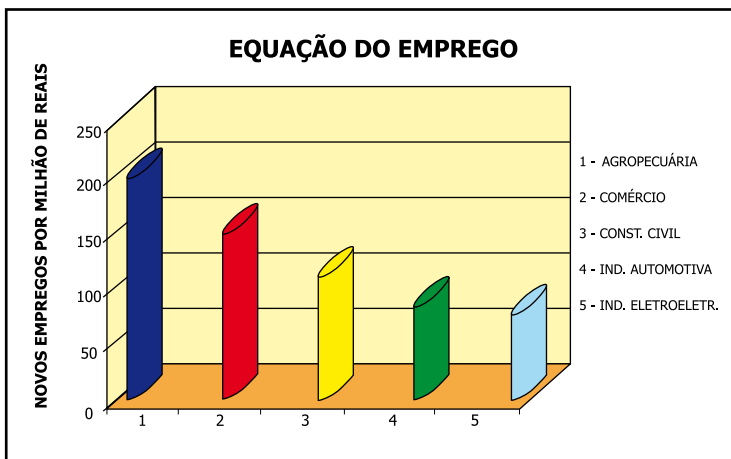
Essa mesma filosofia de lucrar com questões de espaços que caracterizam as especulações imobiliárias, estende-se pela construção cível, poderosa e influente, que mesmo contra os princípios mais elementares de manutenção da qualidade de vida constrói grandes prédios em vez de abrir novos loteamentos. Os grandes prédios à beira-mar perturbando o efeito refrescante do vento, reduzindo a qualidade de vida, é desse jaez. Noutras ocasiões os arranha-céus são construídos em ruas sem infraestrutura de esgoto, por exemplo, que logo se

rompem com a sobrecarga, só que o prédio já está construído e agora o poder público é quem arca com as despesas da falta de planejamento e reconstrói a rede de esgotos com custos elevados.

Além desses aspectos de detalhe que caracterizam o uso do solo urbano, há outras relações importantes: a presença de uma grande quantidade de pequenas e médias propriedades rurais tendem a induzir ao aparecimento de um grande número de vilas e cidades, reduzindo substancialmente a tendência a megalópoles.

Na década de 60, mas principalmente na de 70, houve um intenso processo de industrialização do campo. Um grande incentivo às práticas de redução de problemas (mais será visto depois), do uso da mecanização, de adubos pesticidas etc. Tudo isso de forma mais ou menos uniforme, padronizada, sem ajustes convenientes às peculiaridades ecológicas ou sociais. Eram os pacotes tecnológicos para a área agrícola. Esse processo transformou latifúndios improdutivos (ou quase) em latifúndios capitalizados, visando à exportação. O resultado de tudo isso foi uma exclusão massal e sem precedente de pequenos e médios agricultores. As cidades incharam. O campo e pequenas cidades foram esvaziados. O crescimento industrial, apesar de substancial, não conseguiu absorver toda essa massa de novos trabalhadores que chegaram. Hoje o desemprego (aliado à metropolização) e a criminalidade são nossos problemas maiores.

Os dados mais uma vez são claros: por cada unidade de capital empregado, há maior retorno de emprego na agropecuária do que na indústria ou comércio por exemplo. (Figura 1).



FONTE: Revista Veja, 14/06/00.

Figura 1 – Relação entre setores da economia e empregos gerados.

Se essas considerações estiverem corretas, a aplicação de recursos massivos no campo talvez seja a forma mais sábia de resolver os problemas da cidade, tidos atualmente como os problemas da sociedade. Assim, parece ser nos agroecossistemas que se encontram as raízes de alguns dos nossos maiores problemas e também, talvez, importantes elementos para solução ou minimização desses mesmos problemas.

## AGROECOSSISTEMAS

O agroecossistema é a interseção do econômico, do ecológico e do sociológico. É um sistema ecossociológico. Outra forma de ver o ecossistema é por uma representação na forma de tetraedro onde vértices, linhas, planos e o tetraedro todo representam níveis de abordagem cada vez mais complexa. O tetraedro deixa entrever que se o sistema é o todo, as análises isoladas, ou com combinações simples também têm importância. O especialista é importante, mas as tomadas de decisão, as políticas públicas etc. precisam inspirar-se mais na visão do todo, tetraedral, por mais incômoda e imprecisa que seja essa visão.

### O TETRAEDRO ECOLÓGICO

Cada um dos vértices do tetraedro ecológico representa um dos fatores: clima-solo-organismos-homem (Figura 2). O solo é considerado aqui como um corpo tridimensional, possuindo espessura e relevo.

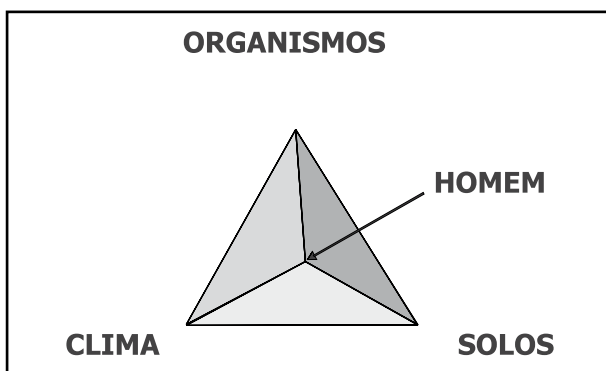


Figura 2 – Inter-relações representadas pelo tetraedro ecológico.

Os especialistas poderiam, mesmo dentro do seu vértice, estar cuidando de problemas muito complexos e difíceis. O climatologista que quer descrever e prever os fenômenos climáticos trabalha com um sistema muito complexo; o mesmo pode ser dito do especialista em solos ou daquele que estuda os organismos. O mesmo ou ainda mais pode ser dito daquele que estuda o homem e as suas interações econômicas e sociais (e psicológicas e...). O agroecossistema, mais complexo do que o ecossistema natural inclui, o homem como componente essencial. Esse é um dos problemas maiores e o desafio mais agudo. Como estudar ou sistematizar esse sistema complexo se ninguém consegue com consistência ter conhecimento sobre todas as nuances envolvidas? Nesse sentido duas linhas parecem essenciais:

- (1) reduzir o ecossistema a suas expressões mais simples e fundamentais, e
- (2) trabalhar com estratos para reduzir a variação do universo a limites razoáveis.

### **A redução a expressões mais simples e fundamentais**

É preciso trabalhar com o que é essencial, por exemplo, radiação, água e nutrientes em vez de drenagem, cor do solo, material de origem, topografia, latitude, altitude etc. A percepção dessas variáveis fundamentais vai depender de todas as outras mas aquelas, e não essas, é que interessam diretamente. Quanto aos aspectos ligados ao homem, têm sido usadas com frequência os indicadores, que, como o nome diz, são apenas indicadores, sem significar a verdade necessariamente. Assim, essa simplificação dos sistemas para fins de previsão e planejamento é algo corriqueiro mas que precisa sempre de aperfeiçoamento.

E como é que se sabe o que é de interesse efetivo em termos de distinção de ambientes?

Num sistema multivariável e complexo, como são os agroecossistemas, é sempre difícil encontrar uma resposta simples e direta, mas algumas reflexões talvez ajudem nessa decisão.

Nem todas as variáveis são igualmente importantes em todas as situações. A importância de cada variável depende de contexto. A profundidade do solo e o uso agrícola dos solos acidentados serão usados para ilustrar esses aspectos.

O volume de solo disponível para o crescimento e desenvolvimento de raízes, tão importante para os ecossistemas terrestres, e que é geralmente expresso em termos de profundidade de solo, tem conotações diferentes, conforme o contexto:

1. Numa área em que chove muito, um solo raso pode significar excesso d'água ou deficiência de oxigênio. As chuvas freqüentes com facilidade podem encharcar o solo, dificultando, por deficiência de oxigênio no solo, o bom desenvolvimento das raízes. Isso afeta particularmente a absorção de nutrientes, inclusive pela presença de íons em concentrações tóxicas.

2. Um solo raso num ambiente semi-árido, por outro lado, vai indicar deficiência de água e não tanto de oxigênio.

A profundidade do solo (leia-se profundidade efetiva das raízes, até onde as raízes podem se aprofundar) pode ser limitada pela presença de rochas consolidadas ou não, horizontes de solos com características peculiares, tanto física (impedem mecanicamente o aprofundamento de raízes) como quimicamente (presença de altos teores de enxofre, por exemplo, como nos horizontes tiomórfico) ou alumínio.

Mesmo que haja um processo cuidadoso de estratificação de ambientes, não obstante as dificuldades de escala, como mencionado, há ainda a necessidade de síntese. Frequentemente, e isso é comum, na tentativa de síntese é comum perder-se o essencial.

## **Trabalhar com estratos**

Como já foi dito, os agroecossistemas são particularmente complexos por serem sistemas em desequilíbrio e por serem influenciados marcadamente por fatores externos. Na realidade de agroecossistema guarda quase sempre vinculações com o que acontece em outros países, o mercado internacional. Assim, para um agricultor no Espírito Santo, num solo de cota aproximada de 400 metros, para decidir se planta café arábica ou conilon (Neput, 1993; arquivos) pode ser importante tanto o que acontece na bolsa de Nova York quanto a inclinação e direção do seu solo (exposição). Esse exemplo ilustra que há muitos aspectos importantes só aplicáveis em determinadas situações e não noutras. A estratificação do universo em porções mais homogêneas reduz substancialmente a heterogeneidade e o campo de combinações de variáveis, tornando o sistema mais maleável. A estratificação pode ser vista também como uma forma de convivência com a nossa ignorância.

Uma analogia simples (Resende e Rezende, 1983) tornará a idéia mais clara: imagine que numa determinada pequena fazenda só existam vacas holandesas e nelore e que se queira retransmitir a alguém toda a informação (todo o conhecimento útil) existente a respeito delas. Sabe-se que, além dos aspectos de forma e cor, elas diferem entre si, substancialmente, numa série de fatores muito mais importantes, referentes a fisiologia, comportamento

etc., tais como: mansidão, período de aleitamento, produção de leite, suscetibilidade a doenças, adaptação bioclimática etc. Como na fazenda só existem vacas holandesas e vacas nelore, o critério cor (vaca pintada e vaca de uma cor só) seria o bastante para estratificar as vacas da propriedade em duas classes muito significantes, por exemplo, para manejo, exploração etc. Numa fazenda maior, com maior número de raças e estas já com alguma mistura, só o critério de cor não será suficiente. Há necessidade de outros critérios, como forma das orelhas, forma geral do corpo etc. A mensagem principal disso tudo é a de que, além do uso de um indicador simples (no caso as cores das vacas), para indicar informações complexas e úteis, esses indicadores estão estratificando também coisas que não sabemos e que são importantes, como aspectos fisiológicos importantes mas, desconhecidos, alguns detalhes das interações animal-meio ambiente etc. Assim, de certa forma, a estratificação nos ajuda a usar mesmo aquilo que ignoramos, em nosso benefício.

O melhor estratificador dos ecossistemas são os levantamentos de solos. Isso pelo fato de o levantamento do solo ser o único de todos os levantamentos temáticos que considera explicitamente nutrientes no solo. Nem o geológico, geomorfológico, de vegetação etc. considera esse aspecto. Mas mesmo com essa possibilidade de se usar o levantamento de solos, há ainda grandes problemas a resolver. Não há, nem se prevê venha a haver, mapas em escalas suficientemente grandes nos próximos decênios para a maior parte do Brasil. Esses mapas detalhados são caros e exigem muito trabalho de campo; entretanto toda uma engrenagem comercial veicula a idéia de que se pode resolver esses problemas de uma forma mais simples através de imagens de satélites, superposição de mapas temáticos ou algumas vezes até aumentando a escala de mapas feitos em escalas pequenas (só ampliando o erro, sem acrescentar nenhuma informação nova).

Uma das maiores dificuldades na identificação, conceituação e uso das informações sobre os ecossistemas é a que se refere à questão de escala. Os mapas existentes são muito genéricos. Os mapas de solos, por exemplo, que são os únicos que se referem especificamente à questão de nutrientes no sistema, são, no Brasil, raramente na escala de 1:100.000, ou maior. Em geral estão nas escalas de 1: 250.000 ou menor. E em qualquer dessas situações, as unidades de mapeamento são definidas como associações de solos. São reconhecidas ali muitas unidades que não podem ser mapeadas. Mesmo que fosse viável o uso de escalas muito grandes, por exemplo, 1:10.000 ou até maiores, como se faz em alguns levantamentos de solos para o fim específico de irrigação, além dos custos elevadíssimos e da desvantajosa relação custo benefício, há ainda uma questão de exequibilidade prática. As classes de solo podem variar

substancialmente a intervalos de poucos metros. Em muitos locais da Mata Atlântica, solos bem rasos ou afloramentos de rocha estão lado a lado com solos profundos; em alguns locais solos pobres em nutrientes podem estar bem próximos de solos eutróficos. Seria possível mapear essas diferenças altamente significativas sob o ponto de vista dos ecossistemas naturais ou produtivos? E mesmo que fossem mostradas essas diferenças no mapa, isso seria útil para alguém? Não seria mais fácil, num caso como esse, identificar esses habitats diretamente no campo?

Há, assim, dois extremos de escala e abordagem. De um lado as unidades ambientais, definidas por critérios indiretos (em geral baseadas em unidades temáticas) e escala muito pequena; do outro, as que são efetivamente de interesse do usuário mais direto: o agricultor ou para uma decisão mais específica de natureza ambiental. As primeiras são muito genéricas, de difícil sistematização em termos daquilo que interessa mais diretamente aos sistemas naturais; as últimas de mapeamento pouco prático, quando não impossível.

Essa complexidade do agroecossistema tem levado a algumas generalizações que não correspondem inteiramente à realidade; e mais, elas têm tido um forte impacto na legislação. E em nome dessa legislação tem-se executado uma política que traz inúmeras injustiças no campo, agravando mais a condição social do homem rural.

## SOLOS ACIDENTADOS: TEORIA MAL FUNDAMENTADA

Eis um exemplo pertinente ao domínio da Mata Atlântica. Algumas áreas acidentadas, como acontece em várias outras partes do mundo, vêm sendo usadas por pequenos agricultores há muitas e muitas décadas, sem nenhum sinal de decréscimo pronunciado da produtividade. Os roçados são pequenos. Isso converge com o que acontece em outras regiões; a razão comum é que nessas condições todo o cultivo é manual. Isso torna atividades críticas, como época de plantio, o limitante da área a ser roçada. O agricultor não pode plantar mais do que ele e sua família podem cuidar, já que nessa ocasião todos os seus vizinhos estão provavelmente às voltas com o mesmo problema. As implicações disso são claras. A erosão (morfogênese) não é maior do que a pedogênese. A pedogênese nesses locais é rápida o bastante para ter interesse prático. A conclusão é que em alguns locais dos trópicos, solos acidentados e rasos não são instáveis no quadro ecossociológico atual. As generalizações e rasos não são instáveis no quadro ecossociológico atual. As generalizações a respeito dessas áreas precisam ser repensadas (Resende et. al., 1999).

O uso agrícola desse sistema, apesar de precário, tem-se mantido sus-



tentável por anos a fio. O uso de rotação de terras, com pousio por alguns anos nessas condições, tem-se mostrado viável; e a não ser que sejam dadas alternativas para os que ali vivem, não seria justificável proibi-los de cultivar a terra sob o pretexto de instabilidade, empobrecimento do solo e coisas que tais. Os fatos não condizem com essas assertivas. Haverá, como há em qualquer sistema, espaço para melhorias das relações homem-natureza. Entretanto é necessário que esses sistemas sejam estudados mais ou que se reflita mais sobre o que se conhece para saber onde (e se possível) melhorar aquilo que vem sendo feito há décadas. É relativamente fácil cultivar em solos planos quando se tem recursos para adubar, para operar com máquinas em vários estágios do processo produtivo e, sobretudo, um sistema de transporte, armazenamento e comercialização compensatórios. Essa não é evidentemente a situação dos agricultores desse ecossistema. Portanto...

Não obstante a ênfase dos parágrafos anteriores, não há que negar casos de degradação intensa pelo cultivo dessas áreas acidentadas. Em outras palavras, nem todas as áreas acidentadas têm o mesmo poder de recuperação. Aqueles que tem como substrato solos distróficos são potencialmente instáveis.

As generalizações referentes a áreas estáveis e instáveis baseadas na relação taxa de pedogênese versus morfogênese precisam ser repensadas, não tanto pelo conceito em si mas pela necessidade de aprofundamento dele. Ele precisa incorporar com mais profundidade os conhecimentos pedológicos e não ficar muito restrito ao relevo simplesmente. O fato de o solo ser eutrófico ou não já ajuda bastante nesse mister. A prática centenária dos agricultores referenda essas considerações.

## OS RECURSOS BÁSICOS DE FUNCIONAMENTO DO ECOSISTEMA

Os exemplos anteriores, referentes às questões da profundidade dos solos e à instabilidade dos solos acidentados sob utilização agrícola, mostram que o uso do conceito de limitações ecológicas (Bennema et. al., 1965), enfatizando os recursos água, nutrientes e oxigênio ajudam a elucidar mais do que relevo, textura, profundidade ou classe de solo. Esses elementos são valiosos para descrever e mapear mas inadequados para interpretar. No que se refere aos agroecossistemas, foram acrescentadas as limitações agrícolas por impedimento à mecanização e susceptibilidade à erosão.

Na essência, as plantas precisam de radiação solar, água e nutrientes. Esse é o triângulo ambiental básico. Os outros fatores são coadjuvantes. Assim, tanto para ecossistemas terrestres como aquáticos, radiação (R), água (A) e nutrientes (N) constituem o triângulo ambiental básico. É nele, de

preferência que se deve buscar a síntese de informação. Isso não invalida a importância de fatores como classes de solo, relevo, substrato geológico etc. mas no que se refere ao funcionamento dos ecossistemas, esses elementos têm que necessariamente ser interpretados em termos de radiação, água e nutrientes (Figura 3).

Entretanto esses recursos sob o ponto de vista prático não podem ser visualizados diretamente na maior parte das vezes, que indicadores deles poderão ser usados?

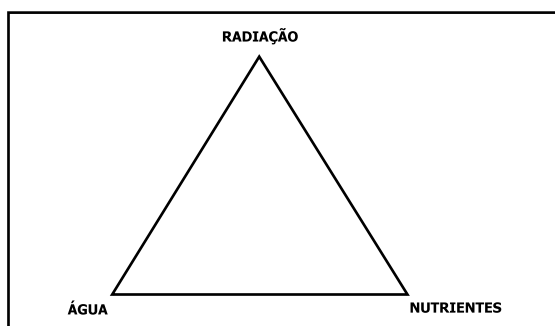


Figura 3 – Triângulo ambiental básico (R = radiação, A = água e N = nutrientes).

## INDICADORES

O uso de indicadores é um fenômeno comum no nosso dia-a-dia. Estamos sempre usando um ou outro indicador a respeito do comportamento do mundo à nossa volta. É também da experiência comum o fato de nem sempre acertarmos ao usar os indicadores. À semelhança do dedo indicador que aponta o rumo, mas sem tocar no objetivo, os indicadores apenas indicam, nada mais. É preciso conferir, quase sempre. Nenhum indicador funciona sempre em qualquer contexto. Ele é circunscrito na sua validade a limites mais ou menos estreitos. Eis alguns exemplos disso:

O sapé (*Imperata* spp) é tido normalmente como indicador de solo pobre em nutrientes e é usado normalmente como tal. No entanto o sapé tem sido registrado em solos eutróficos, com pH próximo a 8, próximo a área de moinho calcário estando numa ocasião com as folhas brancas pelo pó depositado (Perfil 1RCC, 1979).

O capim-gordura (*Melinis minutiflora* Beauv.) em boa parte do Brasil é relacionado com solos de boa drenagem, sem adensamento; no entanto a presença de ecótipos, localmente ou regionalmente, como na Baixada Maranhense (Resende et al., 1999), restringe o escopo desse uso.

Os solos de coloração avermelhada no Espírito Santo, e talvez estado do Rio, indicam, com relativa consistência, a presença de solos eutróficos; já em outros estados isso não tem validade alguma, a não ser em contexto restrito em regiões do estado.

Apesar das dificuldades e restrições, os indicadores constituem a forma mais prática de predição. O que se deve ter é bastante cuidado no seu uso e, em particular, no escopo de suas aplicações.

As unidades de solos como indicadores: uma das principais contribuições da pedologia brasileira foi aquela de, usando um conjunto de indicadores, assinalar os solos eutróficos e os distróficos. Como já mencionado, no caso da cor, nem sempre o mesmo critério funciona em qualquer lugar. Nos levantamentos de solos feitos pela antiga Comissão de Solos do Ministério da Agricultura e que depois, com vários nomes, veio a ter o de Centro Nacional de Pesquisa de Solos, sempre foi utilizado o conceito de fases de vegetação original.

### **Fases de vegetação original**

Na conceituação e nomenclatura dessas fases a Comissão de Solos contou sempre com competentes botânicos (Geraldo Mendes Magalhães, Dárdano de Andrade-Lima, Carlos Toledo Rizzini e outros). O objetivo inicial dessas fases de vegetação original era usá-las como indicadoras de dados climáticos. Isto é, um indicador da deficiência de água. Nesse sistema deu-se bastante ênfase às espécies caducifólias como indicadoras de deficiência de água. Assim, construiu-se uma seqüência:

Hidrófila-higrófila-perúmida-perenifólia-subperenifólia-subcaducifólia-caducifólia.

A própria etimologia das expressões ajuda a visualizar o significado: hidrófila (ávida por água); hidrófita (vive em lugar úmido); perúmida (precipitação > evapotranspiração potencial durante todos os meses do ano); perenifólia (ausência de estação seca marcante); subperenifólia (estação seca de aproximadamente 2-3 meses); subcaducifólia (estação seca de 3-5 meses); caducifólia (estação seca de 5-7 meses). A fase de vegetação, embora esteja muito relacionada com o clima atmosférico, refere-se ao pedoclima. Pode haver, dependendo da profundidade do solo e do teor de nutrientes no solo, floresta subcaducifólia e caducifólia a alguns metros de distância, uma da outra.

## Fase de relevo

Da mesma forma que as fases de vegetação original, fases de relevo são definidas para cada componente das unidades de mapeamento. São definidas as seguintes classes de relevo: plana (0-3% de declive), suave ondulada (3-8%), ondulada (8-20%), forte ondulada (20-45%), montanhosa (45-75%) e escarpada (> 75%).

Assim, além das informações sobre nutrientes (por exemplo, pela expressão eutrófico ou distrófico de cada componente), há definições da vegetação original e do relevo.

## RADIAÇÃO, ÁGUA, NUTRIENTES, MECANIZAÇÃO

Algumas considerações já foram feitas anteriormente sobre esses fatores. Nesta seção há o aprofundamento de alguns aspectos em particular nos mais controversos.

### Radiação

A distribuição da radiação no tempo é o principal fator que distingue trópicos de outras regiões. As temperaturas invernais baixas das regiões temperadas, por exemplo, homogênisam os ambientes em zonas bem marcadas pelos condicionantes climáticos. Os biomas são assim definidos. Nos trópicos, onde não há esse papel limitante do rigor climático, biomas podem ocorrer lado a lado, determinado pelo substrato (solo). Assim, cerrado e floresta encontram-se, às vezes, a poucos metros um do outro.

A permanência de radiação relativamente alta o ano todo favorece sobremaneira as espécies perenes; a produtividade das anuais são limitadas por radiação. Culturas como milho, soja etc não alcançam as produtividades alcançadas em regiões com estação de crescimento com maior radiação. Estaria isso indicando uma vocação natural apesar do sucesso da soja?

A radiação, mesmo onde há, como nos trópicos, abundância relativa o ano todo, pode ser limitante em algumas circunstâncias. No Brasil os agricultores percebem o significado da exposição da encosta para culturas como café (geada) e mandiocinha-salsa (diminuir deficiência de água e incidência de doenças) (Casali, 1984). Exposição leste ou oeste foram usadas para explicar presença de cerradão (floresta xeromorfa) numa área de cerrado (Resende, 1986). Benincasa (1976), sob condições experimentais, registra a exposição como importante fator na produtividade do sorgo em São Paulo. O uso do

café conilon ou arábica pode no Espírito Santo depender da exposição do solo (Neput, 1993). O alinhamento de palma forrageira por alguns agricultores, reduzindo a insolação direta próxima do meio dia tem sido registrada (Resende, 1992). Essa influência da radiação pode se dar diretamente ou por efeito em outros fatores como disponibilidade de água, efeito da geadas ou nutrientes (Cerqueira, 1995), criando, em algumas circunstâncias, um mosaico de ambientes pertinentes ao uso pelo pequeno agricultor. Esses ambientes significativos não podem ser mapeados, mas podem ser facilmente reconhecíveis à nível de campo.

O alinhamento das fileiras das culturas, por afetar, por exemplo, o intersombreamento, pode ser importante em algumas circunstâncias. Isso pode afetar a deficiência de água, incidência de doenças etc.

O número, natureza e importância dos habitats criados pela exposição vão depender, portanto, de cada situação.

Nessas considerações sobre a radiação já foi visto que freqüentemente ela atua influenciando os outros fatores básicos água e nutrientes. Ela também pode causar doenças de pele (câncer) nas pessoas de pele mais clara. Isso não é incomum no Estado do Espírito Santo com os descendentes de italianos (Resende et al., 1993).

## Água

A água, de certa forma, é nos trópicos o grande diferenciador dos habitats. Isso já se detecta desde a carta de Caminha, onde uma vegetação exuberante num solo pobre sustentava uma população sadia, descrita com simpatia pelo famoso escrivão. A estação de crescimento, nas regiões temperadas, é determinada pela temperatura do solo (mesmo não havendo mais riscos de geadas, a temperatura do solo pode ainda ser muito baixa), nos trópicos é pelas chuvas. Isso dificulta o planejamento e reduz a disponibilidade de mão-de-obra nas populações de pequenos agricultores: todo mundo está atarefado nessas ocasiões. O tamanho mais ou menos equivalente dos mosaicos de vegetação em sucessão onde se pratica a agricultura manual, reflete a pequena área plantada, função da disponibilidade para o plantio. Esse fato, por outro lado, reduz o comprimento de rampa, reduzindo a erosão do solo.

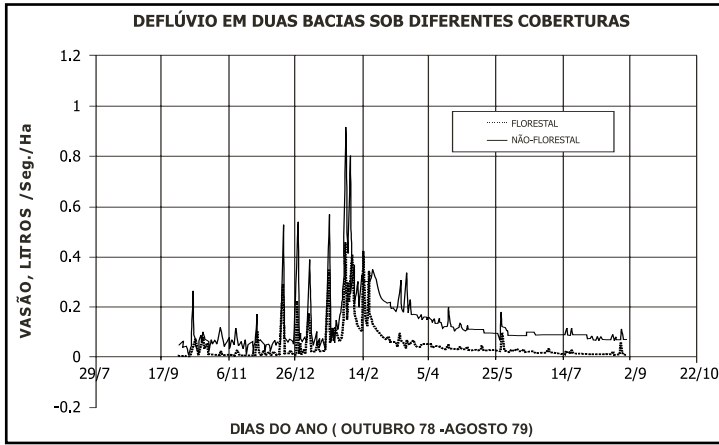
Há, no tópicos água, dois aspectos importantes: a água de superfície e a água no solo. Já foi mencionado que nos mares de morros há uma abundante rede de drenagem que facilitou sobremaneira a instalação de um grande número de pequenos e médios agricultores. Praticamente todas as propriedades têm alguma fonte d'água que se inicia na própria propriedade. Isso contrasta

com o que acontece em algumas áreas dos cerrados, onde não é incomum os cursos d'água estarem a cerca de 20 a 30 km uns dos outros, havendo um verdadeiro deserto entre eles, como descrito por Guimarães Rosa, em Grande Sertão, Veredas. Os cursos d'água nesses locais tendem a ser bastante estáveis apesar da estação seca pronunciada (Couto et al., 1985); é como se uma molécula de água que caísse no meio do interflúvio levasse tanto tempo para atingir o curso que ela e suas companheiras, a diferentes distâncias do curso, contribuíssem para equalizar o fluxo d'água mais ou menos independente das chuvas. Esse é um local em que a vegetação não está determinando muito o fluxo d'água. A substituição da vegetação nativa por eucalipto, por outro lado, muda o quadro. Mais água é bombeada, reduzindo o excesso que alimenta os cursos. O reflorestamento nesses casos vai diminuir a oferta de água superficial. Na paisagem brasileira há registros de que o desmatamento (substituição da vegetação arbórea pela herbácea) aumentou o fluxo de água (Resende et al., 1995).

Daker em 1976 diz textualmente (Daker, 1976. 5 edição, pág. 347-349): *“É errôneo o conceito, firmado pelo leigo em geral, de que as árvores concorrem para aumentar a vazão de uma nascente, ou mesmo de um curso de água. Como é sabido, as árvores transpiram enormes quantidades de água, desfalcando muito o lençol freático e as nascentes, especialmente se suas raízes os atingem. Isso é uma coisa comprovada por inúmeros experimentos realizados em diversas partes do mundo e, aliás, confirmados por observações e medições nossas na UREMG (antigo nome da atual Universidade Federal de Viçosa).*

Daker (1976) discute esses aspectos e recomenda evitar a presença de espécies arbóreas próximo a represas. Em algumas partes do mundo há retirada de árvores para aumentar o fluxo de água dos rios. Castro (1980) registrou durante algum tempo a vazão de duas bacias com cobertura vegetal e uso comum na região de Viçosa. (Figura 4).

Eucaliptos e plantas de cerrado continuam crescendo mesmo após vários meses sem chuva. Há uma certa concordância entre as pessoas de que a condensação noturna, apesar de importante, não conseguiria explicar toda a água necessária para o crescimento. Por outro lado a condutividade hidráulica de latossolos, quando não saturados, é muito baixa (Sans, 1986). A generalidade da ocorrência desses fenômenos tendem a invalidar a explicação de presença de lençol freático estável ao alcance das raízes. Assim, parece que as raízes que se aprofundam têm uma alta taxa de crescimento na época seca. Tudo indica que as poucas raízes que se aprofundam têm alta funcionalidade em absorver água (e nutrientes?). Resende (1983) especula que por estarem protegidas dos rigores ambientais, como grandes flutuações de temperatura, de água, ataque de insetos etc. elas podem, sob o ponto de vista estratégico-evolutivo,



FONTE: Adaptado de Castro, 1980.

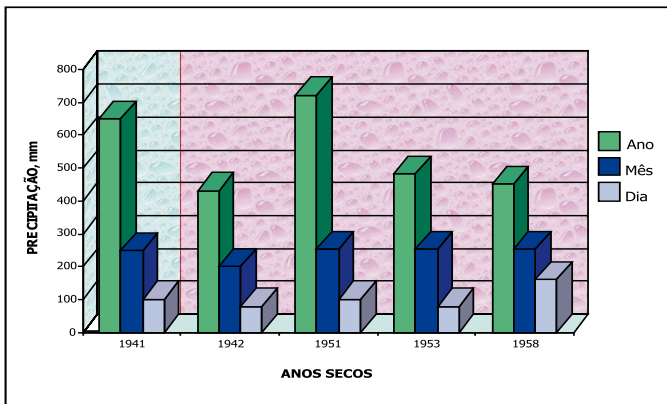
Figura 4 – Deflúvio, ao longo do ano, de duas microbacias sob cobertura vegetal florestal e não-florestal.

ter capitalizado toda a energia no desenvolvimento de habilidade de absorver. Não há, grandes gastos em estruturas protetoras, como necessário nas raízes superficiais. Existem algumas implicações práticas nessas idéias. A seringueira no sudeste do Brasil não vai bem nos solos que sofrem alguma compactação na época seca. Isso independentemente do teor de nutrientes. Nos Podzólicos (Argissolos) e Latossolos Amarelos a seringueira não vai bem. Já nos outros Latossolos que não apresentam consistência dura quando secos ela vai melhor. A hipótese de sensibilidade à deficiência de oxigênio é descartada, pois a seringueira tem como um dos locais de dispersão o Acre, onde a maioria dos solos não se destaca por uma drenagem muito boa. Acredita-se que no caso da seringueira ela seja sensível à consistência dura, na época do crescimento. Esse efeito não deve ser tão perceptível no Acre porque ali os solos secam menos. Será que o insucesso da seringueira em Belterra (Fondlândia, PA) de deveu única e exclusivamente a doenças?

Um outro aspecto pertinente à água refere-se a vegetação do semi-árido Nordeste. A vegetação da caatinga apresenta algumas peculiaridades. As folhas são pequenas e os galhos se esgalham desde baixo, num máximo de exposição ao vento. Essa é uma eficiente estratégia evolutiva de convivência com a deficiência de água, onde há ventos e alta radiação solar (Gates, 1980; Gates e Papian, 1971). E mais, ao contrário das savanas africanas, a vegetação de caatinga é relativamente fechada. Não parece que haja grande competição entre plantas por água. Essas considerações são importantes por aprofundar um pouco mais o uso da vegetação natural como indicador de disponibilidade

de água no solo. Os dados climáticos mostram médias relativamente altas mas uma distribuição muito variável; a relação variabilidade e precipitação total fazem do semi-árido brasileiro uma região climática única. A vegetação parece refletir isso. Ao contrário, por exemplo, das savanas africanas (de onde, aliás, importamos todas as nossas forrageiras mais importantes) não há nas caatingas muitas espécies graminóides. Duque (1964) diz que o sertão é mais adequado para árvores e os vegetais perenes do que para as plantas anuais ou herbáceas. A vegetação arbórea não apresenta com tanto destaque a estratégia de as árvores serem afastadas uma das outras. Às caatingas tipicamente faltam esse material graminóide comburentes que facilita e faz parte do processo das savanas africanas. Por que será que não existe esse tapete graminóide, e a vegetação é fechada naturalmente? Na opinião dos autores dois fatores contribuem para isso. As condições climáticas e erosivas das caatingas não são favoráveis às gramíneas, que têm, como estratégia de enfrentamento da seca, um ciclo rápido e uma grande produção de sementes para a estação seguinte. Mesmo nas savanas africanas, e isso pode-se perceber nos filmes, por exemplo, a vegetação graminóide é mais expressiva nas áreas rebaixadas e mais planas. Nas áreas elevadas mais acidentadas vizinhas, sem grandes diferenças de cotas, a vegetação arbórea torna-se mais expressiva. As condições de alta aleatoriedade das chuvas no caso do semi-árido brasileiro incluem o total ao longo dos anos, a distribuição mensal no ano e a precipitação ao longo dos dias. Nos anos mais secos a precipitação do mês mais chuvoso chega a ser próxima da metade da precipitação total; e a do dia mais chuvoso chega a ser próxima da metade do mês (Figura 5).

Duque comenta que nos meses mais pluviosos, geralmente março ou



FONTE: Duque, 1964.

**Figura 5** - Precipitação anual e precipitações mensais e diárias mais intensas de anos secos.



abril, cai cerca da metade da precipitação da precipitação anual (regime monomodal); no dia mais chuvoso do ano cai aproximadamente metade do mês mais pluvioso. A grande variabilidade de precipitação num mesmo ano e entre anos, sem estar muito ligada às médias, levou Le-Houérou (1990) a identificar uma variabilidade anárquica. Essa grande variabilidade pode ter um efeito muito grande no definir a pobreza de vegetação graminóide das caatingas. Tudo indica que no processo evolutivo a irregularidade marcante das precipitações selecionou plantas com estruturas especiais de enfrentamento de um ou mais anos de déficit hídrico pronunciado; isso é, as plantas resistentes à seca, por evitar dessecação, mas, principalmente as tolerantes à dessecação (dormentes durante a seca). Nessas circunstâncias de variabilidade muito grande, os mecanismos de fuga (com crescimento e reprodução apenas no curto período chuvoso e produção de sementes ou órgãos protegidos contra a seca), como usados pelas plantas efêmeras, não foram tão eficientes. Le-Houérou (1990) registra que nas regiões áridas e semi-áridas com regime monomodal (um pico de chuvas bem definido) as espécies herbáceas anuais, com grande domínio de gramíneas, são favorecidas. Assim apesar do regime monomodal, as variações anárquicas, que caracterizam as regiões das caatingas, não foram favoráveis às plantas anuais. Esse processo de seleção de plantas perenes, uma vez iniciado, provavelmente se auto estimulou pois na ausência da vegetação rasteira, especialmente graminóide, as queimadas, por falta de combustível, deixam de ser importantes, dificultando ainda mais a seleção de gramíneas e ervas anuais.

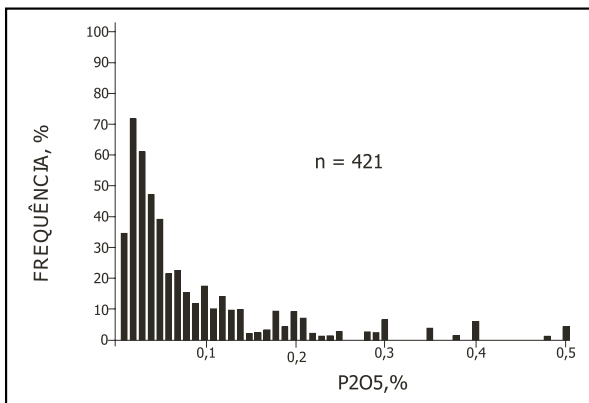
É também observação corriqueira de quem vive ou viaja pelo semi-árido o fato importante de que as chuvas são também muito aleatórias no espaço. O florescimento parece ser muito mais controlado, isso ao contrário de outros biomas brasileiros, mais pelas chuvas do que por foto período. As plantas florescem (e frutificam) rapidamente às primeiras chuvas; e como as chuvas são aleatórias no tempo e no espaço, florescimento e sementação ocorrem por um longo período do ano mas em lugares distintos. Aparentemente esse mecanismo estratégico-evolutivo é mais favorável à sobrevivência das espécies. O rápido florescimento e frutificação às primeiras chuvas, mesmo que se passem alguns anos sem elas, resulta de um preparo fisiológico feito com antecedência sob os influxos de uma estação anterior. As plantas de caatinga, além dos mecanismos de economia de água bem visíveis como caducifolismo, folhas pequenas e copas abertas, facilitando a penetração do vento (favoráveis onde há muita radiação e vento), elas possuem com frequência órgãos de armazenamento de água, como as batatas do imbu. (*Spondias tuberosa*). Esses fatos registrados na vegetação natural indicam que estamos diante de

um bioma não muito comum. Talvez não se apliquem aqui muitas das soluções de outras regiões mais secas. Parece que teremos que descobrir o nosso próprio modelo que otimize as relações homem -natureza nessa importante fatia (ESPAÇO) do território brasileiro.

## Nutrientes

Algumas considerações foram feitas a respeito dos fatores básicos radiação e água. Nesta seção será contemplado o terceiro fator básico: nutrientes. Os solos brasileiros na sua maioria são distróficos (pobres em nutrientes); mesmo os eutróficos são com frequência, como é o caso da maioria dos solos do semi-árido, são pobres em fósforo. Os solos brasileiros não são particularmente pobres em fósforo total, eles são bastante pobres em fósforo disponível. A forte afinidade do fósforo com os óxi-hidróxidos do solo, em particular os de ferro (goethita e hematita) e de alumínio (gibbsita) tende a reter o fósforo no sistema, tornando-o menos disponível às plantas e à lixiviação. É possível que a queima, praticada pela agricultura rotativa em solos eutróficos como os do semi-árido brasileiro (Sousa, 1986), além do controle de pragas tenha como principal objetivo a aplicação de fósforo através das cinzas. Se essas explicações estiverem corretas, está implícito que a vegetação em pousio tem forte habilidade em absorver o fósforo indisponível às outras plantas. Como já foi dito, esse teor de fósforo total é muito alto (Figura 6).

É possível que plantas possam eventualmente ser selecionadas para pousios mais eficientes nesse processo de absorção de uma reserva inesgotável (é renovável) e ao alcance das raízes. Os muitos anos de melhoramento enfa-



FONTES: Resende, 1997.

**Figura 6** – Fósforo total (ataque sulfúrico) de solos brasileiros (dados de Levantamentos de Solos do Brasil).

tizaram, sobretudo, uma adubação básica, em particular de fósforo, pesada; talvez agora, na busca de eficiência maior, busquemos as plantas mais capazes de absorver esse fósforo pouco disponível.

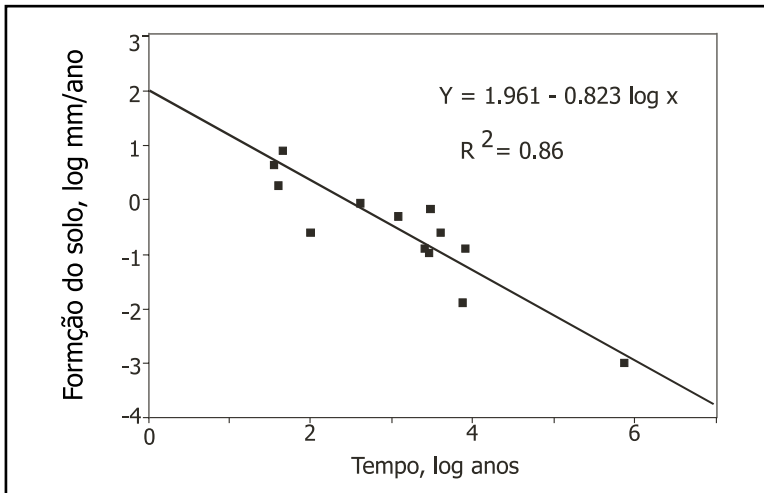
A pobreza em nutrientes dos nossos solos configurou um sistema de exploração de procura dos solos mais férteis, que em geral estão na beira dos rios ou, por uma contingência pedológica, formam as áreas mais acidentadas. Todas essas duas áreas têm prioridade de conservação pela legislação ambiental. No caso dos solos na beira dos rios ela se torna estranha para os agricultores que fazem a agricultura no próprio leito do rio no semi-árido; no caso dos solos acidentados ela fere a experiência secular em várias partes do mundo em que solos acidentados são cultivados anos a fio, com pousios intermitentes, sem sinais claros de perda de produtividade. Por outro lado percebe-se que nem sempre é assim, há solos acidentados que se degradam bastante com o uso: não têm poder de recuperação. Está-se, portanto, diante de dois universos distintos, indistinguíveis perante as leis ambientalistas.

A sustentabilidade em nutrientes dos solos acidentados pode-se explicar pela taxa de pedogênese (intemperização) ser compatível com a de erosão. Não é correta a generalização que se faz nos textos de geomorfologia de que essas áreas são morfogeneticamente instáveis; isto é, de que a erosão seja, necessariamente maior do que a pedogênese. Os fatos, a natureza, não mostram isso. O testemunho dos agricultores também não. O simples fato de ainda haver solo nas áreas acidentadas e sob caatinga referenda o fato de que se a erosão é acelerada (e deve ser relativamente rápida pelo declive e cobertura vegetal pouco exuberante no início das chuvas), a pedogênese também deve sê-lo: caso contrário não haveria solo. Apenas afloramentos rochosos.

A taxa de pedogênese nos solos rasos de regiões quentes parece ser muito elevada (Figura 7; mesmo naquelas, como é o caso do subárido brasileiro, em que não há uma precipitação não muito elevada e extremamente irregular.

A condicional regiões quentes é importante. Em regiões menos quentes não é incomum a ocorrência de solos pobres em nutrientes disponíveis, álicos, mesmo se rasos (novos) e originados de rochas ricas em nutrientes. Esse é o caso dos Litólicos e Cambissolos Álicos do Planalto Meridional, desenvolvidos de basalto. Nesse caso a taxa de lixiviação é rápida pois há muita água disponível para lavar o solo; mas a intemperização é muito lenta, mais lenta do que o processo de lixiviação: a resultante do processo é que as bases são removidas rapidamente, assim que liberadas pela intemperização, e as argilas em ambiente ácido tendem a liberar alumínio tão característico dos solos dessas áreas, independentem de a rocha ser ou não rica em bases. Essa relação lixiviação/pedogênese pode explicar a pobreza de alguns solos litólicos sobre

## TAXA DE FORMAÇÃO DO SOLO



FONTE: Buol et al., 1973; Hudson, 1981; Jenny, 1941; Resende et al., 1988.

Figura 7- Taxa de pedogênese obtida de dados compilados de várias fontes.

lajedos mesmo em regiões quentes: nesses casos a disposição dos lajedos e a impermeabilidade deles à água fazem acentuar o processo de lixiviação lateral, causando o mesmo empobrecimento. Assim, faz diferença, em muitos locais, se a rocha subjacente é inteiriça ou fraturada; a fraturada tende a aumentar a taxa de alteração e reduzir localmente a de lixiviação, resultando num solo mais rico em nutrientes.

### Impedimento à mecanização

Radiação, água e nutrientes têm importância para qualquer sistema biológico, natural ou agrícola.

Nos agroecossistema entra um elemento novo: a utilização da mecanização. O maior ou menor impedimento que a área possa oferecer ao processo de mecanização passa a ter uma importância muito grande em determinados agroecossistemas. Isso, ao lado de um período seco pronunciado, favorável a várias fases do processo agrícola, definiu a potencialidade do cerrado. É que para ser mecanizável não basta apenas que o solo seja plano. É necessário que o solo não seja pedregoso, nem cascalhento, não tenha argila de atividade alta, nem tenha tendência à compactação (mesmo sendo de argila de atividade baixa) e que apresente

áreas contínuas grandes (baixa densidade de drenagem). Essa é uma condição que o cerrado oferece mais do que qualquer outro bioma brasileiro. Nos Mares de Morros o declive limita drasticamente a mecanização; no semi-árido a pedregosidade, rochosidade, a alta atividade da argila e densidade de drenagem (mesmo que temporária), limitam drasticamente o processo. Os platôs litorâneos e amazônicos apresentam quase tudo para uma mecanização intensiva mas, possuem uma tendência forte ao arranjo das partículas face a face, propiciando o adensamento. A manipulação do solo pela mecanização agrava essa tendência natural. Não é, pois, um ambiente propício mesmo que as condições climáticas o sejam ao cultivo de soja, por exemplo, ou a qualquer outro que tenha como padrão uma forte mecanização, em várias fases do processo. No caso da Amazônia, além dos solos acidentados (e ela os possui) e dos platôs amazônicos com problemas de consistência do solo, há em muitos locais muita chuva o ano todo. Isso reduz aqueles períodos em que o solo poderia ser trabalhado com segurança, pois qualquer solo tende a ter as suas partículas de argila orientadas quando trabalhadas com muita umidade.

O impedimento à mecanização não tem a mesma importância para qualquer nível de manejo; para a agricultura industrializada, capital intensivo ela é fundamental; a grande maioria dos agricultores que nem máquina utilizam e que aplicam sobretudo práticas de convivência, ela não é tão importante. A legislação não trata do impedimento à mecanização propriamente dito, mas sim do declive (importante definidor do impedimento à mecanização) e nisso é genérica. É proibido plantar... O argumento por detrás da proibição não é tanto o ser mecanizável ou não, é o da erosão e empobrecimento do ecossistema em nutrientes, deixando de ser sustentável. Como se viu (veja 4.2.), isso nem sempre é assim, e talvez a sociedade decida que deve permitir o cultivo onde essas previsões não acontecem.

### **Ambientes conservadores e exportadores**

Os nutrientes podem entrar e sair do ecossistema através de várias vias (Figura 8, todas podem ser mais ou menos importantes dependendo das circunstâncias.

Conforme já foi visto (veja 4.5.4.) a entrada por intemperização em muitos solos pode ser compatível com as de perda por erosão e por retirada nas colheitas. Essa é a explicação para os cultivos em regiões acidentadas de todo o mundo permanecerem por décadas a fio sem sinal de decréscimo pronunciado da produtividade, a não ser quando, por pressão de uso, o período de pousio seja reduzido.

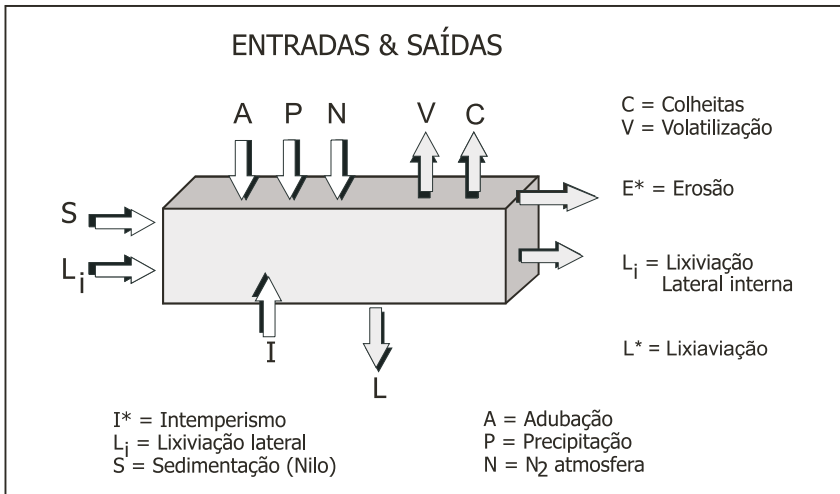


Figura 8 – Esquema mostrando entradas e saídas de nutrientes no agroecossistema.

Os ambientes quanto às considerações anteriores podem ser classificados como conservadores ou exportadores (Tabela 1)

Os únicos ambientes (Tabela 1 com ganhos pronunciados por intemperização são os solos planos ou acidentados com minerais primários facilmente intemperizáveis (desde que a lixiviação seja menor). Os solos planos com minerais primários facilmente intemperizáveis por contingências pedológicas ou estão em regiões bastante secas ou mesmo em regiões mais bem providas de água, ao longo

Tabela 1 - Classificação dos pedoambientes quanto às perdas e ganhos de nutrientes

Pedoambiente	Perdas <sup>1/</sup>		Ganhos <sup>1/</sup>	
	Erosão	Lixiviação	Intemperização	Adição
<b>A. Solos eutróficos com minerais facilmente intemperizáveis</b>				
1. Planos	x	x	Xxx	xxx
2. Acidentados	xxx	x	Xxx	x
<b>B. Solos distróficos sem minerais facilmente intemperizáveis</b>				
----- a. Muito permeáveis -----				
3. Planos	X	xxx	X	x
4. Acidentados	Xxx	xx	X	x
----- b. Pouco permeáveis -----				
5. Planos	X	x	X	x
6. Acidentados	Xxx	x	X	x

FONTE: Resende et al. (1988)

1/ Intensidade relativa de perdas e ganhos: x = baixa, xx = média e xxx = alta.

dos rios, nas várzeas. Como essa é a única fonte de nutrientes para os agricultores que não tem condições de comprar adubos (freqüentemente porque não podem, muitas vezes porque não compensa pelo valor do produto) pode-se compreender como a legislação afeta os pequenos agricultores.

Além desses casos mais diretos, são pertinentes as considerações para a situação em que há um sinergismo entre deficiência de nutrientes e deficiência de água. Nesses casos o sistema é particularmente fragilizado, pois não são comuns, por exemplo, plantas tolerantes aos dois estresses simultâneos: de água e de nutrientes. Isso provavelmente se deve à raridade dessa combinação. Onde a deficiência hídrica é pronunciada os solos tendem a ser eutróficos; os pobres sob condições secas quase sempre indicam uma herança pedológica de antigas condições mais úmidas.

## HOMEM

Nessa tentativa de discutir sobre os elementos do agroecossistema, considerações foram feitas sobre os fatores básicos radiação, água e nutrientes, que são básicos para todos os ecossistemas produtivos ou não. As considerações sobre os organismos e aspectos socioeconômicos, por exemplo, níveis de manejo, legislação etc foram mencionadas. Neste item o enfoque será no homem como componente do agroecossistema. Ele é quem vai gerir o agroecossistema, usando práticas de redução e/ou convivência, alimentada pelas relações custos/benefícios de suas atividades de troca comercial. Esses últimos aspectos serão abordados depois. Ênfase será dada às características do homem brasileiro, subsidiando informações a serem reusadas depois.

Sérgio Buarque de Holanda escreveu em 1936, o seu primeiro livro, *Raízes do Brasil*, publicado em várias edições e em várias línguas. Nesse livro ele dissecou aquilo que considera como os nossos traços psicológicos e comportamentais característicos, como herança dos povos da Península Ibérica (Tabela 2)

É provável que ninguém concorde inteiramente com os indicativos da Tabela 2 mas não se pode negar que Holanda resumiu com maestria muito da índole média de nós brasileiros. E o que tem isso a ver com a sustentabilidade da agricultura?

O homem é ponto central de todo esse processo e as características delineadas parecem ter um forte impacto em algumas de nossas dificuldades, mas ao mesmo tempo dá-nos a esperança de que se soubermos reorientá-las grandes passos poderão ser dados.

A nossa resistência ao associativismo, a nossa dificuldade de organização tem dificultado muito a organização e funcionamento constante de cooperativas. Por mais que digamos o contrário, ajustamo-nos melhor a uma disciplina

central, de liderança forte, mais do que a uma organização hierárquica. A ânsia de prosperidade sem custo, de posições e riquezas fáceis, formam um quadro de cultura muito apropriado à burocracia, protecionismo, barganhas, inconstância. Assumimos muito pouco, com coragem de mudar ou de configurar a verdade.

Talvez a melhor forma de visualizar algumas implicações mais amplas das idéias de Holanda no processo agrícola é fazer considerações sobre uma área de colonização, Oeste do Brasil (Resende et al., 1995):

Tabela 2 -Características mais e menos acentuadas do brasileiro médio

Mais Acentuada	Menos Acentuada
Culto a personalidade	Solidariedade e organização
Disciplina centralizada	Hierarquia organizada
Livre arbítrio e individualismo	Associativismo
Contemplação e amor	Culto ao trabalho
Amor à frase sonora, ao verbo espontâneo e abundante, à erudição extensiva	Amor às expressões simples e essenciais
Plasticidade social	Orgulho de raça
Prestígio pessoal mais que hereditário	Respeito ao formalismo nobiliárquico
Tendência ao extrativismo, espírito aventureiro (frutos imediatos)	Tendência à atividade estável (trabalho paciente, frutos nem sempre imediatos)
Tendência à anarquia e desordem	Hierarquia e ordem
Amor ao livre arbítrio	Organização espontânea
Saber como um fim em si mesmo	Saber para modificação do mundo
Audácia, imprevidência, irresponsabilidade, instabilidade, vagabundagem	Estabilidade, prazo, segurança pessoal, esforços sem perspectiva de rápido proveito material
Indolência e prodigalidade	Trabalho e parcimônia
Ânsia de prosperidade sem custo, de títulos honoríficos, de posições e riquezas fáceis	Esforço contínuo e moroso
Versatilidade	Ordem, constância e exatidão
Amor à aventura e nomadismo	Amor à agricultura
Simplificação excessiva dos problemas e eleição de falsas soluções salvadoras	Estudo minucioso e moroso dos problemas, aceitando a sua complexidade



A ânsia de prosperidade sem custos, de riquezas fáceis (que não foram assim tão fáceis para todos), a extraordinária versatilidade e plasticidade social, tudo isso emoldurado no amor à aventura e nomadismo foram ingredientes essenciais à conquista do Oeste. Os garimpos da atualidade apenas modernizam o processo. Essas características podem assumir formas mais sofisticadas. A operação de “derruba do índio”, para a escravidão, é substituída pela derruba de todos os recursos, se preciso for, para que novas terras sejam incorporadas ao patrimônio. Ainda que para isso se deva plantar apenas por alguns anos, enquanto os subsídios estiverem compensando. Após isso, é natural formarem-se pastagens e partirem para a criação do gado de corte ou garantir, de alguma forma, uma possível exploração do subsolo, no futuro. Embora a atividade tenha mudado, não há, também, o amor a terra nem o desenvolvimento de comunidades que decidem. Há as que obedecem ao comando do proprietário, distante e poderoso (disciplina centralizada Tabela 2).

Neste contexto não existe um local definitivo de morada, todos são passageiros. Ninguém se prende a nenhum sentimento maior de empatia, enquanto o associativismo prende, cria peias, e é melhor fugir dele. Não se sentindo amarrado a compromisso mais sério, as alternâncias de indolência e prodigalidade refletem este desapego do estático. Quer-se movimento, não de trabalho e suor, mas de mudança, em busca de novas oportunidades e, se possível, glorificantes, seja no garimpo ou num emprego onde se ganha muito, com privilégios, ajeitado por um político.

Os políticos parecem incorporar em si, numa dose acentuada, algumas das características da Tabela 2. Aproveitam-se disso em duas coisas: no amor que se nutre às frases de efeito, com verbos abundantes, à erudição ou de tendência à anarquia e desordem; e na eleição de soluções salvadoras, com simplificação excessiva dos problemas.

Os técnicos também tendem a viver de forma estereotipada, com várias das características delineadas. Trabalham apenas para ganhar dinheiro, numa empresa privada ou num órgão público, restringindo-se apenas ao indispensável e sem preocupações com as conseqüências. Como herdeiro dos traços marcantes das gentes brasileiras, acredita ser mais cômodo não se associar a outros profissionais para resolver, ou tentar resolver, o problema. É a fuga ao associativismo, numa outra dimensão. Ao garimpo, às terras, ao prestígio político, sucede-se agora o domínio do conhecimento.

Entretanto, na trilha percorrida há tesouros que passaram despercebidos, igualmente incrustados na alma brasileira. O aventureiro que desbravou o sertão, amoldando-se às gentes e condições ambientais, sem impor de forma rude os seus hábitos e modos, propiciou a este país tornar-se, apesar dos problemas, na maior

democracia racial da terra (Wagley, 1963). Apesar de tudo que se diz, a mistura de raças e culturas tem sido uma benção, numa antevisão da humanidade do futuro.

As características de ambição e de enriquecimento não seriam más se, com a mudança de valores, as ambições se tornassem mais nobres. A própria indolência e prodigalidade poderiam ser embriões de qualidades futuras e, pelo critério de correlação, companheiras da criatividade, versatilidade, contemplação e amor, qualidades, por todos os méritos, desejáveis.

O principal ponto talvez seja compreender e aceitar a situação tal qual é, e a partir daí melhorá-la. Uma boa parte daqueles que têm participado das frentes de colonização do Brasil não tinham tido terra e, geralmente, trabalhavam sob o comando de alguém. São hábeis no executar, mas têm dificuldades em fazer o que muitos, mas não todos, ainda não fizeram: planejar e tomar decisões a nível de propriedade. A tendência é que continuem a viver à espera de um comando - comando para melhorar a estrada, para resolver o problema da escola, e os problemas mais elementares de saúde etc. Não há como romper de vez com essa realidade. Ainda que possa haver o culto ao trabalho, freqüentemente falta o espírito de associativismo que é estimulado pelo sentimento de desconfiança, alimentado pelos contatos anteriores e pela credibilidade excessiva em personalidades, nem sempre confiáveis.

Por essas razões, até de fundo histórico, cabe ao poder público um importante papel no sentido de: devolver a credibilidade pelo genuíno interesse em resolver os problemas dos pequenos agricultores, ouvindo-os e estudando com eles, nas propriedades, as possíveis alternativas, quase sempre fora do contexto de realizações deles, mas possíveis de ser feitas com ajuda do setor público. Alimentar o processo de organização deles, no sentido de resolver seus problemas e gerar atividades que envolvam menor densidade social. Assim a criação do gado deve ser estimulada, por representar algo mais harmônico com o modo de ser atual da maioria dos colonos.

Evitar que na primeira oportunidade muitos colonos vendam suas terras, com as pastagens já formadas, para o pecuarista em derredor e vá para um garimpo recém-descoberto ou trabalhar em uma firma onde possa ganhar um dinheiro seguro.

Será que estaríamos incorrendo também no erro de supersimplificação ao tecer essas considerações?

Seria essa mais uma tentativa de se atirar em várias direções para atingir um alvo não muito claro?

Os autores acreditam que algumas dessas considerações sobre o perfil comportamental médio dos brasileiros, delineado por Holanda, são pertinentes à compreensão dos caminhos para a sustentabilidade da agricultura brasileira.

Talvez mais palpável do que as considerações anteriores existe a realidade incontestável do desemprego.

O número de desempregados, um quadro que afeta o mundo todo, mostra claramente que o que aí está não é sustentável, segundo a definição que se tem do termo. As pequenas e médias propriedades agrícolas oferecem muito mais emprego por unidade de capital empregado do que muitas das atividades industriais. E mais, emprega mão-de-obra desqualificada para outras atividades, num processo saudável de transição para o dia em que teremos de trabalhar menos para nos sustentar, com tempo para lazer e aperfeiçoamento próprio. Embora não estejamos preparados, ainda, para muitas horas de lazer sadio, é previsto que o “pão nosso de cada dia” exigirá menos esforço, liberando tempo para outras atividades também construtivas. A atividade agrícola, em particular de pequenas e médias propriedades, inseridas num contexto de processamento e comercialização direta dos produtos, ajudaria sobremaneira a resolver esse problema grave - o desemprego.

Assim, a agricultura, um resíduo econômico, é uma solução para muitos dos problemas atuais. A sua viabilização no entanto depende de alguns passos corajosos para reduzir as desvantagens competitivas dela ao se comparar aos “urbossistemas”.

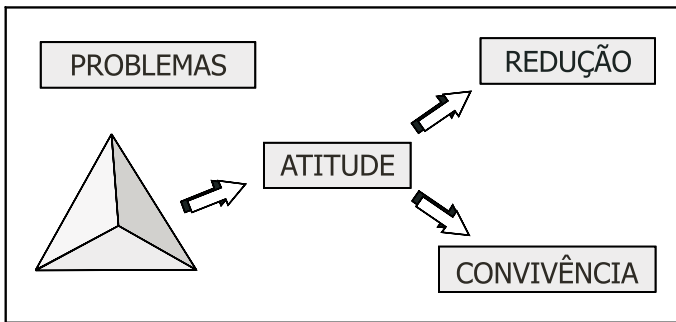
## PRÁTICAS DE CONVIVÊNCIA E REDUÇÃO

### PRÁTICAS DE CONVIVÊNCIA E DE REDUÇÃO

As considerações anteriores trataram de problemas, tentando delinear as raízes da complexidade dos agroecossistemas brasileiros. Já ali algumas relações foram feitas sobre as práticas usadas pelos agricultores. Nesse capítulo adentra-se mais sobre as práticas usadas para enfrentar os problemas.

Diante de qualquer problema há em geral duas atitudes (Figura 9): ou se procura reduzi-lo a zero, se possível, ou, não sendo possível, convive-se com o problema.

Todos nós presenciamos ou vivenciamos as práticas de redução ou de convivência no nosso dia a dia. Nem sempre é possível reduzir um problema a zero, eliminar a diferença entre a condição ideal,  $X_i$ , e a condição atual,  $X_a$ , ou seja, fazer  $X_i - X_a = 0$  ou ainda  $\Delta X = 0$ , a condição ideal (Bennema et al., 1965). Por essa simbologia (Resende, 1983) as limitações ou  $\Delta$  (deltas) por nutrientes ( $\Delta N$ ), água ( $\Delta A$ ), oxigênio ( $\Delta O$ ), erosão ( $\Delta E$ ), mecanização ( $\Delta M$ ), temperatura ( $\Delta T$ ), luminosidade ou radiação ( $\Delta R$ ), gás carbônico ( $\Delta C$ ) ou



FONTE: Resende, 1997.

**Figura 9** – Esquema mostrando problemas relacionados a clima-solos-organismos e aspectos socioeconômicos requerem ações de redução do problema e de convivência com ele.

vento ( $\Delta V$ ), variam de zero, a condição ideal,  $\Delta N=0$ ,  $\Delta A=0$ ,  $\Delta O=0$  e assim por diante até um grau muito forte de limitação, quando  $\Delta X = 4$ . Na grande maioria dos casos não é possível na prática reduzir-se a limitação a zero, a condição ideal. Em alguns casos porque isso não é tecnicamente viável (por exemplo, tornar uma área acidentada, com  $\Delta M = 4$ , numa área com  $\Delta M=0$ ). Noutras ocasiões, isso não é viável economicamente e assim por diante. Com essas considerações pode-se classificar as práticas agrícolas em práticas de redução e práticas de convivência (Tabela 3).

Nessa classificação considera-se como de redução quando o problema em si é reduzido. No caso da erosão, a alteração do declive por cortes no solo, ainda que pequenos, por exemplo, coveamento, foi considerado como prática de redução. Isso ocorre à semelhança, por exemplo, do vaqueiro nordestino quando usa a roupa de couro para enfrentar os espinhos tão comuns na caatinga. Neste caso ele não está reduzindo ou eliminando o problema: a presença de espinhos. Isto é impossível ou não-prático. O que houve foi um ajuste aos problemas, vivendo confortavelmente (ou quase) com ele.

As práticas de redução são usualmente mais caras e têm uma forte participação da indústria. Assim o processo de industrialização da agricultura enfoca pesadamente as práticas de redução. As práticas de convivência em contrapartida são as praticadas pelos pequenos agricultores por que não tem recursos ou condições de usar as de redução. As práticas de redução são principalmente químico-mecânicas; as de convivência mais biológicas. É provável que com as limitações de recursos e ao passar a fase de esbanjamento e desperdício, venhamos a premiar as práticas de convivência, o viver com o que se tem. E mais, talvez seja esta a idéia chave da futura relação homem-

Tabela 3 - Classificação de práticas agrícolas de redução e convivência para algumas limitações

Limitação	Práticas de Redução	Práticas de Convivência
Nutrientes	Adubação, calagem, gessagem	Espécies e variedades; cultivo itinerante
Água	Irrigação	Espécies e variedades, plantio de sequeiro, época de plantio, cultivo em faixas, cobertura morta
Oxigênio	Drenagem, plantio em camalhão	Espécies (arroz) e variedade (ecótipo)
Erosão	Terraços de vários tipos	Cultivo em contorno, cultivo em faixas, cobertura do solo, rotação de culturas, barreiras (plantas, rochas etc.)
Mecanização	Nivelamento, terraços, retirada de pedras, destruição de termitários	Ajuste da tração animal ou manual, tamanho das rodas etc.
Temperatura	Cobertura morta, sombreamento, anti-geada, estufa	Espécies e variedades, época e profundidade de semeadura, exposição do solo
Radiação	Estufa, sombreamento, pintura branca (incrementando o albedo)	Espécies e variedades, época de plantio
Gás carbônico	Direção do vento, decomposição biológica	Espécies e variedades, espaçamento
Ventos	Quebra-ventos, alinhamento	Espécies e variedades, operações agendadas para os períodos mais calmos do dia

FONTE: Adaptado de Resende et al. (1999).

sociedade. Apesar dos pequenos agricultores serem os mestres das práticas de convivência nos agroecossistemas elas não são necessariamente primitivas nem atrasadas; apenas em sido pouco trabalhadas diante do apelo quase irresistível do processo de industrialização. Apesar da ênfase do biológico nas práticas de convivência, nem sempre o enfoque tem sido de convivência. O melhoramento de plantas tem sido muito mais voltado para as práticas de redução do que de convivência. Só nos últimos anos é que houve uma ênfase maior de melhorar a planta para o solo. A ênfase maior foi quase sempre a de melhorar o solo para a planta. Nesta filosofia está implícito uma idéia de poder de modificação muito grande. Saímos de um determinismo geográfico extremo para uma idéia de todo poder na tecnologia humana. Nem uma coisa nem outra. O ambiente pode e deve ser melhorado, mas essa melho-

ria tem limites, em particular pelas relações custos-benefícios. A relação homem-natureza vai necessariamente enfocar cada vez mais as práticas de melhor relação custo-benefício, mas sob a ótica do sistema maior, visando a sustentabilidade. Para haver sustentabilidade da agricultura há necessidade de otimização dos recursos naturais e humanos, de alimento e espaço, com o mínimo de degradação (mais será visto sobre sustentabilidade). Acredita-se que nesse enfoque as práticas de convivência receberão maior atenção.

## INDUSTRIALIZAÇÃO DA AGRICULTURA

O processo de industrialização da agricultura é irreversível. Não tanto pelos adubos e pesticidas, mas pela mecanização. O trabalho agrícola sem a máquina é muito incomodo. É uma experiência humana difícil. A industrialização da agricultura, por outro lado, trouxe uma série de inconvenientes nos países de estrutura agrária caótica como o Brasil. Ao viajar por qualquer país da Europa (independente de ser socialista ou não) ou pelos Estados Unidos, em todas as áreas em que há agricultura pode-se enxergar com facilidade o fim dos campos de cultivo. Nesses casos a industrialização da agricultura foi bem distribuída pelo grande número de pequenas e médias propriedades manipuladas com mão-de-obra familiar, embora bastante mecanizada. A importância do campo é reconhecida como crucial em todo o processo. Há intensos subsídios à agricultura (aliás em nenhuma parte do mundo a economia agrícola pode viver sem a proteção do Estado). No Brasil, ao contrário desses países, o processo de industrialização atuou principalmente na propriedade grande: passou-se, no dizer de Guimarães (1982) de um latifúndio improdutivo a um latifúndio capital-intensivo. É até agradável de se ver áreas grandes com cultivos bonitos e bem cuidados. O problema é quanto à otimização da relação homem-recursos. No Brasil os recursos mais disponíveis são terra e mão-de-obra, não de capital.

A revolução verde, com início nos anos 60 e ênfase nos anos 70, estimulou, com a profunda vinculação à indústria, o processo de um desenvolvimento rural que conduziu a um processo intensivo de mecanização, mas também de concentração de renda e de propriedade; de custos; e mais grave, de exclusão de pequenos e médios agricultores do processo. A exportação e não a produção de alimentos é que foi premiada; os meios de produção e não o uso de mão-de-obra, num país de capital escasso e mão-de-obra abundante. Essa mesma filosofia foi levada para as áreas de irrigação. Mas, nesse caso, como a própria construção de represas, infraestrutura etc. era justificada pelo social, pequenos agricultores foram assentados para praticar uma agricultura

capital-intensiva, por exemplo, na produção de tomates, vinculados a fornecimento a indústria, num processo sem tutela clara e definida. Nesses casos os problemas são tríplices: a terra, a água, o homem. Os solos exigem, no processo de irrigação, manejo e cuidados, por exemplo, na drenagem, difíceis para o agricultor: a desertificação pela salinização ocorre com frequência; a água é freqüentemente um recurso escasso, mesmo após a construção da represa. O homem, representando o homem médio do interior brasileiro, está inarmônico com esse processo muito acelerado e nervoso para a sua índole calma e paciente; estóica e pouco ambiciosa. Esse é um sistema que não se mantém sozinho. Os órgãos públicos nem sempre atendem na hora certa com a medida certa. Fica assim o agricultor à mercê de todos os problemas agrícolas, culminando no crucial trio de transporte, armazenamento e comercialização.

## SUSTENTABILIDADE

O que é igual pode não ser justo; o injusto não é sustentável. A diversidade de recursos naturais e humanos na paisagem brasileira indica que há necessidade de diversificação para que haja sustentabilidade. A otimização nas relações homem-natureza deve necessariamente se orientar por esses parâmetros. Sustentável para quem e para quê? Essas são perguntas naturais, com respostas diferentes para o índio, o pequeno agricultor, o empresário rural; também para os participantes do sistema cidade-campo. Apesar dessa ênfase na diversidade, talvez até colaborando com ela, há o fato histórico de que o sistema agrícola mais sustentável (uma prática milenar) é a monocultura do arroz, talvez o menos diversificado de todos os agroecossistemas. Uma outra pergunta pertinente é: para quando? Estamos falando de uma sociedade idealizada do futuro ou da atual, onde há todo um espectro de condições? Essa sustentabilidade trata de um conjunto de condições que possa manter o sistema estável ou é um processo dinâmico de melhoria?

Na opinião dos autores está aqui um dos nós de toda a questão de sustentabilidade. Temos de partir do universo de condições existentes, num processo de melhoramento, otimizando as relações homem-natureza, as relações tetraedrais.

Aceitando a premissa de que deve haver diversidade pois isso otimiza as relações homem-natureza, deve haver pequenos, médios e grandes agricultores, a pergunta é como a sociedade deve agir para estimular esses sistemas de uma forma sustentável. Apesar da ênfase na diversidade como elemento essencial da sustentabilidade, há que se definir prioridades, o que mais interessa, não no sentido dos pequenos, médios ou grandes agricultores, muito menos

da sociedade citadina parasita do ambiente rural (Odum). O interesse da sociedade (inclui cidade e campo) é que vale. Esse deve ser o ângulo pelo qual as relações homem-natureza devem ser vistos. Conforme já foi mencionado, o perfil fundiário rural tem grande influência na distribuição (e tamanho) do espaço urbano. A criação e desenvolvimento das pequenas cidades estão muito ligadas a um perfil fundiário mais equilibrado. As megalópoles, pelo contrário, associam-se a uma distribuição mais concentrada. No momento brasileiro a metropolização caótica, o desemprego e a criminalidade são os problemas maiores. Todos eles parecem guardar profunda vinculação com o perfil fundiário. O processo de herança faz com que as pequenas e médias cidades acabem se pulverizando de tal modo a se tornarem insustentáveis nas condições atuais. Deveriam elas também ser contempladas nessa ênfase na sustentabilidade?

A sustentabilidade da agricultura depende de um contexto ecossociológico que envolve toda a sociedade; o aviltamento do valor da produção primária está na raiz desse problema. O produto agrícola rende menos ao agricultor do que a indústria e comerciantes desse próprio alimento. O preço dos insumos usados na agricultura são ditados pela indústria; os dos produtos agrícolas, pelo que a indústria quer pagar. Nesse sistema de troca não pode haver sustentabilidade sem a participação do poder público. Afinal o poder público não é para coibir as situações desequilibradas que não podem sê-lo naturalmente?

## GERENCIAMENTO, POLÍTICAS PÚBLICAS

Nos capítulos anteriores foram feitas considerações sobre a história de ocupação e uso do solo; as características da relação campo-cidade; aspectos do agroecossistema representado por um tetraedro ecológico e as práticas de convivência e redução usadas para enfrentar os problemas. Neste capítulo serão feitas considerações sobre o tópico mais importante como gerenciar esse sistema complexo e rebelde à quantificação? Como agir para melhorar e dar sustentabilidade a sistemas tão heterogêneos nos seus aspectos naturais e humanos? Como detectar as prioridades de ação? Como as características do homem brasileiro, delineados por Sérgio Buarque de Holanda podem interferir nesse processo? E as políticas públicas como deveriam atuar visando o bem estar da sociedade toda? Será que temos conhecimento para isso? Neste capítulo tenta-se responder a algumas dessas perguntas.



## SABER E SABEDORIA

Gerir significa administrar, governar, reger. O gerenciamento dos agroecossistemas é complexo; as políticas públicas são para gerir o funcionamento de todo os sistemas, visando o bem da sociedade, mais complexo ainda. É nesse ponto onde talvez tenhamos errado mais, acorde com uma das características, que é aquela (Tabela 2) de simplificar excessivamente os problemas, mesmo quando complexos. Para esses sistemas complexos precisamos de dois ingredientes: saber e sabedoria. Saber advindo dos estudos, dos experimentos, dos testes, das generalizações cuidadosas; sabedoria, que dê um senso de balanço, de proporção, de oportunismo sadio a tudo isso.

*O saber se aprende com os mestres; a sabedoria, só com o corriqueiro da vida* (Cora Coralina)

Mesmo naquilo que em princípio se pode aprender com os mestres, a nossa performance não tem sido boa.

Um levantamento das culturas agrícolas mais importantes para a humanidade (Tabela 4) mostra um fato curioso, todas as plantas já eram conhecidas na pré-história.

No primeiro contato dos índios da região de Porto Seguro com os componentes da esquadra de Cabral já se registra a presença da mandioca, tão importante na alimentação dos brasileiros. A ausência de qualquer planta importante para a alimentação, descoberta nos tempos modernos, indica pura e simplesmente uma coisa: no que se refere à identificação e triagem de plantas alimentares (poder-se-ia adicionar as medicinais e até algumas industriais - seringueira, por exemplo) os nossos antepassados foram mais capazes. A humanidade tem tecnologia eficiente para mandar o homem à Lua, ida e volta, mas não tem ainda para descobrir plantas importantes (ou será que não existem mais, todas foram descobertas?) (Figura 10).

Evidentemente, em muitas coisas importantes o universo não-acadêmico está mais bem preparado.

Infelizmente não fica por aí as nossas dificuldades ainda no campo do saber. Frequentemente conhecemos mal, conforme já foi ilustrado, e, mesmo quando conhecemos, esse conhecimento fica estanque. Aqui estamos falando não de técnico e público usuário mas entre os próprios técnicos. E o mais grave é que esses desencontros costumam transformar-se em políticas públicas, com grande desgaste, de recursos, de discursos e de percursos. E não vale colocar a culpa só nos políticos: há sempre um técnico subsidiando, de uma forma, ou de outra. De outras vezes as instituições respeitáveis, sob vários aspectos, envolvem-se no processo e estimulam, no pragmatismo de aquisição de recursos ou prestígio, o endosso conivente de decisões catastróficas.

**Tabela 4** – Culturas mais importantes para a humanidade (FAO) e registro mais antigo que se conhece sobre sua utilização (Entre parêntesis região do registro)

Cultura	Data-Mil Anos	Cultura	Data-Mil Anos
Abacate	2,8(AmC) <sup>1</sup>	Feijão-de-lima	9(And)
Abacaxi	2,5(PAmS)	Feijão trepadeira	2,8(AmC)
Abóbora	10(And)	Fruta-pão	? (SPac)
Alfafa	2,7(AsC)	Fumo	2,4(And)
Algodão	5,3(And);6,5(Ind)	Girassol	2,25(AmN)
Amaranto	6(AmC)	Inhame	5(PAmS);9(SEAs)
Amendoim	4,5(And)	Lentilha	9(OrPr)
Arroz africano	2,2(AFOc)	Mandioca	7(PAmS)
Arroz	7(China)	Manga	4(SEAs)
Aveia	8,5(EuS)	Milho	7,7(AmC)
Banana	?(SEAs)	Oliveira	5(EuS)
Batata doce	4,5(And)	Painço alemão	8(China)
Batata	10(And);2,5(AmN)	Painço italiano	5(NEAf)
Borracha	Antes dos Portugueses (PAmS)	Pimentão	5,3(And)
Cacau	2,5(AmC)	Pepino	?(SEAs)
Cânhamo	7,5(AsC)	Sagu	?(SPac)
Centeio	9(EuS)	Sisal	Pré-colomb(AmC)
Cevada	10(OrPr)	Sorgo	6(NEAf)
Coco	? (SPac)	Soja	3,2(China)
Dendê	Antes dos portugueses (Guiné-Bissau)	Tomate	Pre-colomb(AmC)
Ervilha	9(OrPr)	Trigo	10(OrPr)
Feijão fava	5(AmC)	Videira	5,2(EuS)

FONTE: Compilado de Simmonds, 1979; Parker, 1993.

1/ Entre parêntesis (Origem): AfOC = África Ocidental; AmC = América Central; AmN = América do Norte; And = Andes; AsC = Ásia Central; EuS = Europa do Sul; Ind = Indus; NEAf = Nordeste da África; OrPr = Oriente Próximo; PAmS = Planície da América do Sul; SEAs = Sudeste da Ásia; SPac = Sul do Pacífico

Eis uma pequena lista de algumas dessas dificuldades (Tabela 5).

Todas as informações pertinentes à Tabela 5 parecem bem documentadas mas as generalizações continuam: planos para expandir a soja nos Latossolos Amarelos dos platôs litorâneos ou amazônicos; legislação proibindo o cultivo em áreas acidentadas onde pequenos agricultores vêm cultivando por dezenas de anos num sistema de cultivo-pousio.

Entre essas contradições do meio técnico, talvez a mais gritante refira-se ao papel do solo no regime hidrológico, quase sempre dado como subsidiário ao da vegetação (Figura 11).



FONTES: Resende, 1997.

**Figura 10** – Paradoxo da informação.

O rio Arrojado é tipicamente um rio de cerrado; o rio Acre, ao contrário, na floresta amazônica. A estação seca é muito mais pronunciada na área do rio Arrojado; não obstante todos esses fatores o rio do cerrado é muito mais estável do que sob a floresta amazônica. A natureza do solo, bastante permeável no Planalto Central e relativamente impermeável na Amazônia explica esses fatos. Mesmo quando os Latossolos no Planalto Central têm cerca de 80% de argila eles são bastante permeáveis. A estrutura microgranular fortemente desenvolvida mantida pela presença de gibbsita parece responsável por isso. Esses fatos estão harmônicos com aquilo que foi discutido no item 4.5.3., mas a derivação deles em termos de políticas públicas e ambientais precisam ser repensadas. Não se justifica manter árvores na beira dos rios sob o ponto de vista de regularização do fluxo d'água. É essencial sempre que haja vegetação, isso não se discute (embora a prática do alqueive nos países mediterrânicos), o que se conclui é que não precisa e não deve em algumas circunstâncias ser vegetação arbórea sob o ponto de vista de manutenção do fluxo d'água.

Esse caso serve para ilustrar a importância do senso de balanço, de oportunidade, de conveniência dessas aplicações. Os dados da Figura 4 indicam, por exemplo, que apesar de o fluxo na área sob mata ter diminuído, houve também uma redução nos picos das enchentes. Conclusão: se o objetivo é regularizar enchentes a vegetação florestal é insubstituível; se for para manter o fluxo d'água regularizado, é preciso pensar melhor. Embora isso possa causar algum espanto entre nós, isso é corriqueiro em vários lugares do mundo e mesmo no Brasil já é registrado há muito (Daker, 1976).

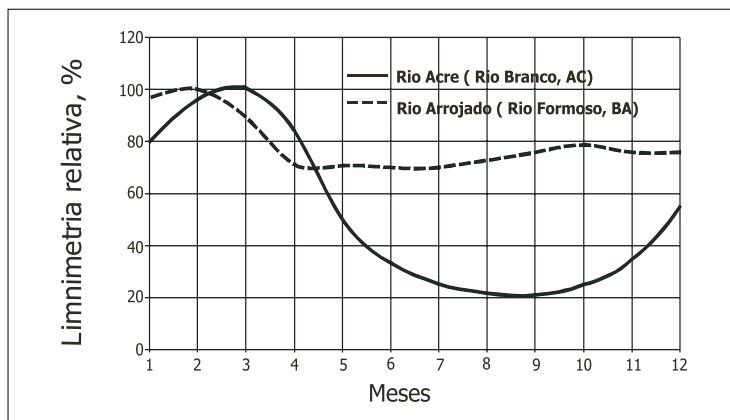
**Tabela 5** – Modelos que têm sido propostos ou que parecem razoáveis e conseqüências que evidenciam não serem adequados

<b>Modelo</b>	<b>Conseqüência (I)Lógica</b>
A vegetação de cerrado é tortuosa devido ao elevado teor de Al trocável	Todos os solos sob cerrado têm alto teor de Al trocável
	Todos os solos com alto teor de Al trocável estão sob cerrado
	Uma planta de cerrado (de aspecto tortuoso característico), se cultivada em solo eutrófico, p.e., deve apresentar-se não tortuosa
O preparo do solo diminui o teor de matéria orgânica pela melhoria de arejamento	O arejamento é menor mais próximo à superfície (já que o teor de matéria orgânica cai com profundidade)
Diabásio ou anfibólito, por serem mais ricos em minerais máficos, intemperizam-se mais rapidamente do que o gnaíse; e dão origem a solos comparativamente mais velhos	Nas áreas de diques máficos, encaixados em gnaíse, devem aflorar blocos de gnaíse e não (ou em maior quantidade do que) de rochas máficas. Se é Latossolo sobre gnaíse, deve ser necessariamente Latossolo sobre o dique
As raízes subsuperficiais só são importantes na absorção de água	Uma planta pode crescer durante várias semanas sem absorção de nitrogênio
O solo sob mata tem necessariamente grande teor de nutrientes na camada superficial	Os primeiros centímetros de solo sob a mata Amazônica são substancialmente mais ricos em nutrientes do que os seguintes
Os solos acidentados empobrecem-se rapidamente com a erosão	O pequeno agricultor necessariamente só consegue aí, plantar durante poucos anos; e depois tem que esperar um período muitíssimo longo
O desmatamento diminui necessariamente o fluxo de água dos rios	A quantidade de água absorvida pelas raízes mais profundas não é substancial em termos de fluxo de água dos rios As árvores em volta da represa não chegam a abaixar o seu nível de água
As pastagens (colonião e jaraguá) devem ser cultivadas nos terrenos acidentados	As pastagens, mesmo queimadas, protegem mais o terreno contra a remoção de nutrientes pela erosão do que as culturas
A cultura do eucalipto protege as áreas acidentadas contra a erosão, melhor do que o capim-gordura ou capoeira	As áreas sob capim-gordura ou capoeiras na Zona da Mata e Rio Doce, MG, são mais erodidas do que as áreas que têm sido cultivadas com eucalipto

FONTE: Resende, 1977.

## VALORIZAÇÃO DAS COMUNIDADES LOCAIS

Um dos principais problemas do latifúndio-capitalista é que ele envolve pouco a comunidade. Ele gera riqueza e movimentação econômica apenas nas áreas restritas do seu domínio. Não tem capilaridade. Boa parte, quando não, a maior parte dos recursos gerados na propriedade, vão ser aplicados



FONTE: Adaptado de Resende e Machado, 1988.

**Figura 11** – Regime anual de dois rios brasileiros, um sob cerrado e outro na Amazônia.

alhures. O proprietário freqüentemente nem mora no local, nem se envolve culturalmente. Algumas vezes nem comunidade isolada tem. A propriedade é tudo. Esse sistema, conforme foi dito, traz alguns benefícios, mas não ajuda muito no que se refere ao problema maior: metropolização caótica, esvaziamento do campo e desemprego.

Um modelo de ocupação mais adequado deve necessariamente criar e envolver pequenas comunidades, estimulando uma descentralização urbana, ocupando melhor os espaços. Isso tende a reduzir bastante os custos de manutenção de suporte das comunidades. Evidentemente não basta essa mudança no perfil fundiário; é necessário que haja valorização do local como ambiente de trabalho, de lazer, cultural. É preciso investir mais nas pequenas e médias cidades para que haja empregos e atrativos para que as pessoas permaneçam nela. Isso significa, entre outras coisas, o mínimo de infraestrutura educacional e de saúde. É preciso haver um trabalho de integração e valorização da história e da cultura local, incluindo estímulo no preparo de textos e jogos, contemplando a cultura local na escola elementar. É essencial que as pessoas sintam orgulho e não vergonha de suas pequenas comunidades.

Para que a comunidade fosse envolvida nos processos de decisão e subsidie as políticas públicas, seria importante que participação da feitura e uso da chave de identificação de ambientes pertinentes à comunidade. Isso poderia servir de ponte de comunicação a respeito da diversidade e adequação dos ambientes.

## POLÍTICAS PÚBLICAS

A relação campo-cidade, como se viu, não pode ser livre. Isso causaria um caos em ambos os subconjuntos. No campo, porque ele não consegue competir com a cidade em atrativos, oportunidades, capital. Sem algum amparo estatal (e isso em qualquer parte do mundo) a agricultura não consegue permanecer. Na cidade, a ruptura do campo geraria o caos. A cidade não vive sem o campo. Mesmo para os itens tipicamente produzidos no campo, lucram mais as indústrias e comerciantes da cidade.

As indústrias formam complexos bem organizados com enorme poder de barganha. Nisso parecem -se com as empresas de construção civil e com os bancos. A indústria possui atualmente uma posição altamente privilegiada em relação à agricultura: ela determina o preço do que vende e também do que compra dos agricultores. O Estado, pressionado pela indústria e interessado em argumentar que não houve aumento do preço da cesta básica, permite aumento de tudo mas é particularmente severo se o aumento é no alimento.

O comércio, altamente organizado, tem enorme poder em determinar seus preços. O tabelamento dos livros e remédios (nunca vistos como cartéis) são corriqueiros.

E os agricultores, por que não se organizam?

Aqui a história é bem mais complexa e possivelmente parte das possíveis razões estão vinculadas às características do homem brasileiro (veja item 4.6.). Infelizmente não temos sido muito felizes nos movimentos de cooperativas. Muitas funcionam. Algumas funcionam bem, mas as nossas dificuldades nisso são muito grandes. No que se refere aos pequenos agricultores, em quase todos os casos em que foi criada e funciona, ela recebeu algum tipo de tutela dos órgãos de extensão, das ONGs, de alguma instituição de pesquisa ou ensino etc. Ela não é espontânea. Isso indica um dos caminhos: reconhecendo o fraco poder competidor dos agricultores, isoladamente, e as dificuldades de se organizarem em cooperativas, a sociedade, através de políticas públicas, talvez envolvendo diretamente órgãos civis, poderia estimular a criação, manutenção e gerenciamento desses movimentos, com afastamento gradativo e planejado (prevendo até retorno, se preciso for) para que os cooperados assumissem com independência o comando da situação.

Essas organizações cooperativas deveriam, pela própria natureza do homem brasileiro, respeitar sua independência e talvez só.

## CONCLUSÕES

1. A história de ocupação do território contribuiu para a má distribuição de terras e processo de exclusão crônico;
2. A metropolização é o problema ecológico maior. A cidade parasita o meio rural (Odum), mas está sendo minada pelo enfraquecimento do hospedeiro;
3. Altos custos benefícios de ficar na pequena cidade ou viver da agricultura estimula ocupação caótica de grandes cidades;
4. A pecuária extensiva nos espaços de vegetação natural aberta foi determinante do perfil fundiário;
5. As práticas de redução dos problemas dependem da indústria; as de convivência, mais conservadoras de energia, têm enfoque mais biológico;
6. A necessidade de reduzir consumo de energia e reduzir degradação deve estimular uso de práticas de convivência;
7. A degradação da qualidade de vida das metrópoles deve estimular o retorno às pequenas e médias cidades;
8. Algumas previsões a respeito do uso da terra não têm suporte na realidade; a legislação delas derivadas, se aplicadas, causariam um grande mal a setores mais fragilizados da sociedade (leis genéricas, equivocadas, reducionistas e mal embasadas);
9. A aquisição e transferência de informação a respeito desses sistemas mais complexos (agroecossistemas) devem ser abertas a contribuições alternativas;
10. As chaves de identificação e zoneamento de ambientes locais podem facilitar a comunicação e aprimoramento da informação, envolvendo comunidades locais e descentralizando decisões;
11. Pagar ao agricultor para conservar pode ser mais barato e sábio no contexto de custos/benefícios;
12. A busca de resolução dos problemas de todos, embora mais difícil, deve ter prioridade sobre o benefício de poucos; e,
13. Nas decisões referentes ao uso da terra precisamos de saber e de sabedoria, inclusive respeitando as características médias ou mais incidentes dos brasileiros

## LITERATURA CONSULTADA

Abreu, C. *Capítulos da história colonial*. Belo Horizonte; São Paulo, Itatiaia; Editora da Universidade de São Paulo. 1988. 295p. (Coleção Reconquista do Brasil, série 2, v. 119).

Amaral, L. *História da agricultura brasileira: no triplice aspecto político-social-econômico* v2. São Paulo, Companhia Editora Nacional. 1958. 385p. (Brasiliana, Serie Grande Formato, v. 16-A).

Andrade, M.C. *A terra e o homem no Nordeste*. São Paulo, Brasileira, 1973. 249.

Andrade, G.O. *Os rios-do-açúcar do Nordeste Oriental: o rio Paraíba do Norte*. João Pessoa, SEC; Editora Universitária. 1997. 154p. (Biblioteca Paraibana, 17).

Benincasa, M. *Efeito de rampas com diferentes declividades e exposições norte e sul de uma bacia hidrográfica sobre o microclima e produtividade biológica do Sorghum bicolor (L) Moench*. Jaboticabal, Faculdade de Medicina Veterinária e Agronomia de Jaboticabal. 1976. 109p. (Tese Livre Docência).

Bennema, J., Beek, K. J. e Camargo, M.N. *Interpretação de levantamento de solos no Brasil. Primeiro esboço: um sistema de classificação da capacidade de aptidão de uso da terra para levantamentos de reconhecimento de solos*. Rio de Janeiro, Divisão de Pedologia e Fertilidade do Solo/FAO, 1965. 51p.

Bueno, E. *Náufragos, traficantes e degredados: as primeiras expedições ao Brasil*. Rio de Janeiro. Objetiva. 1998. 200p. (coleção Terra Brasilis, v. II)

Buol, S.; Hole, F. e McCracken, R. *Soil genesis and classification*. Ames, Iowa University Press, 1973. 360p.

Calmon, P. *História da Casa da Torre*. Rio Janeiro, Sociedade Capistrano de Abreu - Livraria Briguier. 1930. 272p. (Coleção Documentos Brasileiros, 22).

Caminha, P.V. *Carta a El Rey Dom Manuel. Versão moderna de Rubem Braga; ilustrações de Carybe*. Rio de Janeiro, Record. 1981. 91p.

Casali, V.W.D. *Escolha da área de plantio e preparo do solo para mandiocquinha-salsa*. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.10, n.120, p.24-26. 1984.

Castro, P.S. *Influência da cobertura florestal na qualidade da água em duas bacias hidrográficas na região de Viçosa, MG*. Piracicaba, ESALQ. 1980. (Tese MS).

Cerqueira, A..F. *Estratificação de ambientes do município de Venda Nova do Imigrante, ES*. Viçosa, UFV. 1995. 210p. (Tese MS).



- Couto, E.G., Resende, M. e Rezende, S. B. Terra ardendo. *Ciência Hoje*, Rio de Janeiro. 16(3):48-57. 1985
- Daker, A. A água na agricultura; manual de hidráulica agrícola. Rio de Janeiro, Freitas Bastos. 1976. 453p.
- Davidoff, C. Bandeirismo: verso e reverso. São Paulo, Brasiliense, 1982. 98p. (Tudo é História, 47).
- Duque, J.G. O nordeste e as lavouras xerófilas. Fortaleza, Banco do Nordeste do Brasil, 1964. 238p.
- Falesi, I.C. Ecosistema de pastagem cultivada na Amazônia brasileira. Belém, Embrapa-CPATU. 1976. 193. (Boletim Técnico, n.1).
- Gates, D.M. Biophysical ecology. New York, Springer-Verlag, 1980. 611p.
- Gates, D.M. e Papian, L.E. Atlas of energy budgets of plant leaves. London, Academic Press. 1971. 278.
- Guimarães, A P. A crise agrária. Rio de Janeiro, Paz e Terra. 1982. 362p. (Coleção O Mundo Hoje, v. 29).
- Holanda, S. B. Raízes do Brasil. Rio Janeiro, Livraria José Olympio Editora. 1973. 155p. (Coleção documentos Brasileiros, 1).
- Holanda, S.B. Monções. São Paulo, Alfa-Ômega. 1976. 163p. (Biblioteca Alfa-Ômega de Ciências Sociais; série 1. História, v. 8).
- Hudson, N. Soil conservation. Ithaca, Cornell University Press, 1981. 324p.
- Jenny, H. Factors of soil formation. New York and London, McGraw-Hill Book Company, 1941. 281p.
- Matos, M.M. Tolerância de ecótipos de capim-gordura (*Melinis minutiflora* Beauv.) à toxicidade de ferro e manganês em solução nutritiva. Viçosa, UFV, 1991. 85p. (Tese MS).
- NEPUT, Arquivos. Venda Nova do Imigrante, Núcleo de Estudos sobre Planejamento do Uso da Terra. 1993 (Registros sobre ambientes do Espírito Santo: limitações e potencialidades).
- Nóbrega, M. Cartas Jesuíticas 1, Cartas do Brasil, 1517-1570. Belo Horizonte; São Paulo, Itatiaia; Editora da Universidade de São Paulo. 1988. 263 (Coleção Reconquista do Brasil, série 2).

Odum, E.P. *Ecologia*. Rio de Janeiro, Discos CBS. 1985. 434p.

Parker, G. (ed.) *Atlas da historia do mundo*. São Paulo, Empresa Folha da Manhã S. A. 1995. (Originalmente publicado como The Times Atlas of the World, London, Times Books Ltd., 1993).

Queiroz Neto, J.P. e Kupper, A. *Solos*. In: *A baixada Santista - aspectos geográficos*, Azevedo, A. p.67-92. São Paulo: Editora Universidade de São Paulo. 1965.

Resende, M. *Sistema de classificação da aptidão agrícola dos solos*. FAO Brasileiro. Inf. Agropec., Belo Horizonte. 9: 83-88. 1983.

Resende, M. e Rezende, S.B. *Levantamento de solos: uma estratificação de ambientes*. Inf. Agropec., Belo Horizonte. 9:3-25. 1983.

Resende, M. *Bruno-Não-Cálcico: interpretação de um perfil*. (Coleção Mossoroense, 218). Mossoró, RN, Fundação Guimarães Duque. 1983. 165p.

Resende, M. *Clima do solo: suas relações com o ambiente agrícola*. Inf. Agropec (Belo Horizonte) 12, 138:43-59. 1986.

Resende, M., Curi, N. e Santana, D. P. *Pedologia e fertilidade do solo: interações e aplicações*. Brasília: Ministério da Educação; Lavras: Esal; Piracicaba: Potafos, 1988. 81p.

Resende, M. e Machado, R.P. *Cotas fluviométricas do rio Acre, suas causas e implicações na política de colonização*. Acta Amazônica, Manaus, 1988. (3-4):85-89.

Resende, M. *Anotações de viagem a algumas caatingas*. Recife, Instituto de Ecologia Humana, 1992.

Resende, M., Lani, J.L. e Feitoza, L.R. *Assentamento de pequenos agricultores no Estado do Espírito Santo: ambiente, homem e instituições*. Viçosa, UFV. Brasília: SAEPR, 1993.152p.

Resende, M. e Couto, E.G. *Zoneamento agroecológico do Sudoeste do Estado do Mato Grosso*, Cuiabá, MT, Empaer - MT. 1994. 130p. (EMPAER Documentos, 04).

Resende, M., Santana, D.P., Bahia Filho, A.F.C. e Sans, J.M.A. *Análise do meio físico para avaliação das limitações ambientais. Simpósio Internacional Sobre Estresse Ambiental: O Milho em Perspectiva*. Machado, A.T., Magnavaca, R., Pandey, S. e Silva, A.F.J. Sete Lagoas México, EMBRAPACNPMS. CMMYTUNDP. 1995. p.49-95.

Resende, M. *O manejo do solo na agricultura sustentável*. In: J. N. Almeida, Z (eds.). *Reconstruindo a agricultura: idéias e ideais na perspectiva de um desenvolvimento rural sustentável*, Porto Alegre, Editora da Universidade UFRS. 253-288. 1997.

Resende, M. e Lani, J.L. *Sustentabilidade da agricultura e os novos desafios para as Ciências Agrárias*. 26 Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Rio de Janeiro, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 11p. 1997. (Publicação digital).

Resende, M., Curi, N., Rezende, S.B. e Correa, G.F. *Pedologia: base para distinção de ambientes.*, Viçosa, NEPUT. 338p. 1999.

Reunião de Classificação, *Correlação e Interpretação da Aptidão Agrícola de Solos*, 1, 1979, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro, Embrapa – SNLCS-SBCS, 1979. 276p.

Sans, L.M. *Estimativa do regime de umidade, pelo método Newhall, de um Latossolo Vermelho-Escuro Álico da região de Sete Lagoas.* 190p. 1986. (Tese DS).

Simmonds, N.W. (ed.) *Evolution of crops plants.* London, Longman, 1979. 339p.

Sousa, A.R. *Caracterização e interpretação de solos Brunos-Não-Cálcicos para uso agrícola no Sertão de Pajeú do Estado de Pernambuco.* 1986. 77p. (Tese MS).

Symposium on The Big Problem of the Small Farmer. Wageningen, 1979. Proceedings... Wageningen, ILACO, 1979. 145p.

Vasconcelos, S. Vila Rica. *Formação e desenvolvimento - residências.* São Paulo, Perspectiva, 1977. 214p.

Wagley, C. *Race and class in rural Brazil.* New York, Unesco. 1963. 156p.



# PERSPECTIVAS DO MANEJO E DA CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA NO BRASIL

Neroli Pedro Cogo<sup>1</sup> e Renato Levien<sup>1</sup>

*Uma abordagem diferente e corajosa aos 500 anos de Brasil, esperando não ser necessário repeti-la aos 1000 anos.*

## I. UM CHAMAMENTO À REFLEXÃO

**A. Um chasque de relancina (recado rápido, no linguajar gaúcho) aos congressistas e aos irmãos baianos, antes que seja tarde.**

*- Os gaúchos, levando sempre o Brasil no peito e o Rio Grande no coração, trazem, fraterna e calorosamente, seu abraço e sua saudação aos participantes da XIIIª Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água – XIIIª RBMCSA e ao alegre e bom povo baiano, desejando a todos uma proveitosa e prazerosa semana de trabalho, oportunidade em que, também, reafirmam seus sentimentos de patriotismo e sua conclamação a uma grande e conjunta caminhada, rumo ao redescobrimento e refazimento do Brasil, para que deixemos para nossos filhos, netos, bisnetos, tataranetos e os demais que hão de vir, um solo pátrio rico e independente, que seja inteira e verdadeiramente deles (saudação dos autores).*

**B. Uma evocação e uma manifestação de amor.**

Convido-os, agora, a um momento de reflexão, enquanto o ouvir desta minha:

---

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Faculdade de Agronomia. Departamento de Solos. Porto Alegre/RS.

## EVOCAÇÃO

(uma manifestação de amor e paixão, pelo Brasil e por Gabriela)

Por: *Neroli Pedro Cogo*

Venho de uma *Pampa* distante,  
que ficou por detrás do horizonte.  
Cruzei rios, vales e montes,  
com brancas nuvens - debruçadas em véu.  
E, hoje, aqui, eu agradeço aos céus,  
por ter chegado nesta terra tão bela,  
poder sentir e respirar *Gabriela*,  
por toda parte, nos ares de *Ilhéus*.

E neste clima de encanto e magia,  
lhes apresento uma proposta de paz:  
- tudo aquilo que alguém é capaz,  
façamos juntos, com todo o fervor!  
A vocês, congressistas, o mais puro louvor,  
na forma simples da minha homenagem.  
Na voz dos gaúchos, trago uma mensagem,  
de fé e esperança, de coragem e amor!

Fé e esperança, coragem e amor,  
para redescobrir este grande BRASIL.  
E, assim, fazer o nosso povo feliz,  
iguais e libertos - das mãos dos tiranos;  
da moral e do patriotismo, grandes profanos  
a devorar, como abutres, os fracos e oprimidos.  
Levantemo-nos, pois, e permaneçamos unidos,  
na luta contra os fortes - de pensares insanos.

Quinhentos anos de BRASIL,  
de realidades e fantasias.  
Foram sonhos, cantos e alegrias;  
pesadelos, choros e tristezas.  
Mas o que importa é a grandeza,  
de a vida saber-se viver:  
- saber ganhar, saber perder,  
com humildade e com nobreza.

Por isso, congressistas,  
o meu forte apelo - final:  
- consertemos o que está mal  
e aperfeiçoemos o que está bom;  
o manejo e a conservação,  
precisam de alguns atalhos;  
vamos, pois, ao trabalho,  
com seriedade e dedicação.

Mas nem só de trabalho se vive,  
diz um velho e sábio ditado;  
lembrando Adão que, um dia, cansado,  
tentou e não conseguiu, dar à Eva a maçã.  
Equilibremos, pois, o nosso afã,  
com esta receita para o sucesso:  
- de dia, trabalhem para o Congresso;  
à noite, nos divertimos no Bataclan!

Mas antes de retirar-me,  
um minuto de sua atenção.  
Não julguem à primeira-mão,  
o homem calado por um mudo;  
pois, se parecemos sisudos,  
e que vivemos a queimar cartuchos,  
respondemos: - sim, somos gaúchos,  
mas brasileiros - acima de tudo!

Brasileiros de fato - de fé e coragem;  
brasileiros por inteiro - de alma e coração.  
O BRASIL deve ser uma só paixão,  
de sul a norte, a partir desta hora.  
Por isso, senhores, não vamos embora,  
sem antes bradarmos, num só entono:  
- façamos da união o nosso fuzil,  
e vamos lutar por este BRASIL,  
enquanto nós ainda somos donos!

**C. Tempo de repartir.**

Mais de que nunca, é tempo de repartir. Repartir nossas alegrias e nossas tristezas; repartir nosso trabalho e nosso lazer. A vaidade e o egoísmo são coisas pequenas, autodestrutivas. Devemos nos apegar em coisas maiores, autoconstrutivas, como a humildade e o espírito coletivo. Assim, informamos que repartimos nossa alegria e nosso prazer de podermos ter vindo à Ilhéus, para participar desta XIII RBMCSA, com o colega e amigo Renato Levien, convidando-o para parceiro, tanto na apresentação oral desta palestra, quanto na sua parte escrita, para posterior publicação no Livro deste evento, o qual prontamente aceitou. Esta é a razão pela qual ele está presente aqui, ao nosso lado. Ao colega Renato, manifestamos de público a nossa admiração e o nosso carinho, ao mesmo tempo em que lhe dizemos: - muito obrigado, companheiro!

**D. O medo de se dizer as coisas - razão fundamental para o surgimento, propagação e estabelecimento de maus costumes.**

Quando recebemos a carta-convite para proferir esta palestra, ficamos felizes e preocupados, ao mesmo tempo. Agradecemos o honroso convite mas, imediatamente, sugerimos outro nome no lugar do nosso. Isto porque, sem falsa modéstia, julgamos não sermos a pessoa melhor credenciada para dissertar sobre assunto tão importante e oportuno mas, ao mesmo tempo, tão abrangente e difícil. Isto sem considerar o tipo de evento e a ocasião da palestra, ou seja, uma reunião nacional, aos 500 anos de Brasil, coincidindo com o início de um novo milênio e, sobretudo, na Terra Santa, onde, pela primeira vez, há 500 anos, aportaram as embarcações portuguesas trazidas por Cabral - a Bahia de Todos os Santos, e dos bons e alegres baianos, diga-se de passagem. Perturbou-nos, também, o fato da reunião vir a ser realizada em Ilhéus, cidade onde viveu a mulher que, quase que invariavelmente, faz parte das fantasias de qualquer mortal – a fascinante *Gabriela!* Como se isto não bastasse, a reunião viria a ser realizada próximo ao *Bataclan* – lugar proibido onde as fantasias de um homem podem tornar-se realidade. Contribuiu para aumentar mais ainda a nossa indecisão, de aceitar ou não o convite para palestrar, o conhecimento de que o Professor Mauro Resende, um nome a se respeitar, seria o conferencista que nos antecederia. Isso tudo, fez com que tomasse conta de nós uma sensação estranha, uma mistura de pânico e empolgação, ao mesmo tempo em que um frio percorreu-nos a espinha. A vontade maior era a de desistir, mas, honestamente, precisamos confessar que, lá no fundo, bem no fundo, também sentíamos uma grande vontade de vir à Ilhéus, para poder, de perto, sentir e respirar *Gabriela*, e com ela dançar no *Ba-*



*taclan*, embalados pelo ritmo alegre e envolvente da cantiga “*Meu pé-de-anjo*”. E como havíamos sido reiterados a aceitar o convite, decidimos “*pagar p’ra ver*”, e “*topamos a parada*”. Mas, aí, inevitável e instantaneamente, começaram a surgir as primeiras indagações a respeito. Que rumo tomar? Qual o fim a alcançar? O que falar? Falar para agradar, evidenciando falta de personalidade, ou falar aquilo que se tem vontade de falar, correndo o risco de expor-se e desagradar, porém mostrando que se tem uma identidade? Neste momento, não sabemos por que, lembramos Jair Rodrigues em sua inesquecível “*Disparada*”, cantando assim: “- *Prepare seu coração / p’ras coisas que eu vou contar / eu venho lá do sertão / e posso não lhe agradecer. // Aprendi a dizer não / ver a morte sem chorar...*”. Não aprendemos ainda a ver a morte sem chorar (talvez nunca venhamos a aprendê-lo, dada nossa sensibilidade; a propósito, somos tão sensíveis que choramos até em inauguração de supermercado, mesmo dos pequenos), mas dizer não, isto sim, meus senhores, nós aprendemos. Assim, optamos por correr riscos e falar tudo aquilo que, há tempo, temos vontade de falar. Correr riscos significa experimentar emoções, o que faz bem, para o corpo e para a alma, pois estimula-os. Desta vez, também não sabemos por que, lembramos o saudoso Tim Maia em suas “*Tardes de Domingo*”, cantando assim: “- *Faz de conta que ainda é cedo / tudo vai ficar por conta da emoção...*”. Quem ainda não fez de conta que ainda é cedo e, também, não deixou tudo ficar por conta da emoção, não sabe o que isto significa; não sabe o que está perdendo. É indescritível. Mas é bom. Muito bom. Neste estado de coisas, neste clima, a gente se embriaga de paixão e fica conhecendo a extensão real dos sentimentos que, espontaneamente, brotam forte da alma, de dentro da gente. E que nós ainda não sabíamos, ou tínhamos medo em querer saber, que eles existiam. Se você ainda não experimentou isto, meu caro, faça-o, uma vez que seja. Faça de conta que ainda é cedo e deixe tudo por conta da emoção. Sem medo. Você vai gostar! E vai querer repeti-lo, com toda a certeza. E, então, ficará sabendo que ciência também pode ser feita com amor. Que ciência feita com amor tem mais essência. Dá vida à ciência. Ciência, vida e amor andam juntos. Sempre andaram. Sempre andarão. Se você faz ciência sem amor, você não é um verdadeiro cientista. Você é um robô. E um robô, por si só, não faz nada. Ele tem que ser comandado por alguém. E para que você seja um verdadeiro cientista, meu caro, você precisa ser comandado por alguma coisa. Deixe que seus sentimentos comandem você. Não se envergonhe disso. Não tenha medo disso. Apostamos que você se sentirá um verdadeiro cientista, produtivo e feliz.

Bem, continuando com a nossa estória, uma vez que já havíamos decidido a aceitar a incumbência para palestrar, restava-nos agora decidir sobre

o que enfocar na palestra. Num primeiro momento, fizemos uma revisão atenciosa dos principais conceitos envolvidos no tema “manejo e conservação do solo e da água”. Pensamos, pensamos e, finalmente, decidimos por escolher o indivíduo como o alvo principal do enfoque a ser seguido na palestra - suas atitudes e seus ambientes que, em última análise, são os fatores que irão determinar a qualidade final das ações de manejo e conservação do solo e da água, entre outras. Mas, falar no indivíduo é, no mínimo, bastante complicado. Teríamos que falar aquelas coisas que, por medo, nunca falamos. Precisamos admitir que, por uma razão ou outra, talvez explicável, mas não justificável, normalmente sentimos medo de falar as coisas. Porque não queremos ferir susceptibilidades, ou porque julgamos o momento inoportuno, normalmente não falamos aquilo que temos vontade de falar. E que precisaríamos falar, a despeito das prováveis reações contrárias, para evitar o surgimento, propagação e estabelecimento de maus costumes. Mas, honestamente, confessamos que, mais uma vez, sentimos medo. Estávamos já quase declinando da nossa intenção (usar o indivíduo como ponto principal para o enfoque a ser dado na palestra) quando, circunstancialmente, nos deparamos com este trecho:

“Na primeira noite  
eles se aproximam  
e colhem uma flor do nosso jardim.  
E não dizemos nada.  
Na segunda noite  
já não se escondem:  
pisam as flores,  
matam nosso cão,  
e não dizemos nada.  
Até que um dia o mais frágil deles  
entra sozinho em nossa casa,  
rouba-nos a lua  
e, conhecendo nosso medo,  
arranca-nos a voz da garganta.  
E porque não dissemos nada,  
já não podemos dizer nada.”

(Vladimir Vladimirovick Mayakowski)

Refletimos muito sobre o teor da mensagem acima e, como autêntico e bom gaúcho que somos, “*lasquêmo*”, assim, de “*premêra*”: - “*E não tem nada e nem que tenha, tchê, cavaco também dá lenha*”, seguido de “*- Não se*

*assustêmo, tchê, se a bala vem nós se abaxêmo*”, para terminar com “ - *Não podêmo se entregá p'ros hôme, de jeito nenhum, amigo e companhêro, não tá morto quem luta e quem peleia, pois lutar é a marca do campêro; e não podêmo se entregá p'ros hôme, de jeito nenhum, amigo e companhêro...* ”, significando isto que havíamos perdido o medo.

E porque perdemos o medo, senhores, *as flores do nosso jardim ainda estão lá, intactas, sem nunca terem sido pisadas, exalando um aroma suave e doce;* e porque perdemos o medo, senhores, *o nosso cão ainda está vivo, vindo ao nosso encontro fazendo festa e sacudindo o rabo quando nos vê chegando em casa, de volta do trabalho* (estamos falando de uma eventualmente temperamental, como nós, e pequenina cadela “poodle”, de uma das filhas do Neroli, mas uma fiel amiga – a Julie, que decidiu ficar solteirona e virgem e que, às vezes, nos ataca mesmo, p'ra valer, mas sempre pela frente, e avisando antes, rosnando alto, e nunca irônica ou sorrateiramente, pelas costas); e porque perdemos o medo, senhores, *a lua ainda é nossa e de nossa namorada, fazendo penumbra para o nosso amor;* e porque perdemos o medo, senhores, *ainda temos voz na garganta, o que nos possibilita falar.* Mas foi somente, e tão somente, porque levamos Mayakowski à sério, senhores (por oportuno, convidamo-lhes a, também, levarem Mayakowski à sério), é que nós ainda podemos falar. Assim, nós podemos dizer todas aquelas coisas que sempre tivemos vontade de dizer, mas que, por medo, nunca as dissemos. E agora vamos dizê-las, com o intuito de reflexão, apenas, jamais com o de provocação ou agressão, como uma forma particular nossa que escolhemos para protestar contra o surgimento, propagação e estabelecimento de maus costumes. Iremos falar de forma meio dura, talvez, isto sim, mas com boas intenções. Existem ocasiões na vida em que, realmente, se faz necessário colocar em prática o que dita a expressão: “ - *Hay que endurecer-se, pero sin perder la ternura jamás* ” (Che Guevara).

Mas não podemos negar que, além de Mayakowski e Che Guevara, um outro personagem também nos influenciou muito, inflamando mais ainda o nosso desejo de falar - forte, aberta e francamente. Isto porque, em que pesem os 500 anos de Brasil, o que ele diz em um de seus trechos ainda é válido, talvez hoje mais do que nunca. Eis o trecho:

“Mentiram-me ontem  
e hoje mentem novamente.  
Mentem de corpo e alma, completamente.  
E mentem de maneira tão pungente  
que acho que mentem sinceramente.  
Mentem, sobretudo, impunemente.

(...) E de tanto mentir tão bravamente,  
constróem um país de mentira – diariamente.”

(Affonso Romano de Sant’Anna)

Assim sendo, senhores, convidamo-lhes à embargar esta obra, imediatamente, e começar outra, nova. Construindo um país de verdade, fazendo nossa parte, como indivíduos e como profissionais de agronomia. Como indivíduos, mostrando postura. Como profissionais de agronomia, colocando em prática ações de manejo e conservação do solo e da água, entre outras, de boa qualidade, mesmo que falhemos, pois:

“É melhor tentar e falhar,  
que preocupar-se e ver  
a vida passar;  
é melhor tentar, ainda que em vão,  
que sentar-se  
fazendo nada até o final;  
eu prefiro na chuva caminhar,  
que em dias tristes me esconder;  
prefiro ser feliz, embora louco!  
que em conformidades  
viver...”

(Martin Luther King)

Deduzimos do que nos inspira Luther King, senhores, que seremos eternamente um louco feliz, pois jamais iremos nos conformar. A não ser que permitamos que nos arranquem a voz da garganta, como nos alerta desse perigo Vladimir Mayakowski, pouco antes referido. Mas, enquanto vivos, queiram saber, senhores, não vai ser fácil nos arrancar a língua. Não estamos dizendo isto por valentia, mas por amor ao Brasil e ao povo brasileiro.

#### **E. A necessidade de uma prestação de contas.**

Completados 500 anos de descobrimento do Brasil, é momento de prestarmos conta de nossa conduta. À sociedade e ao próximo. Particularmente, queremos prestar contas *à sociedade em geral que nos têm mantido, ao colega*

*de trabalho que nos tem tolerado, ao amigo de sempre que nos tem suportado e, mais do que a ninguém, à nossa família que nos têm amado. Honestamente, confessamos a todos que não reconhecemos ainda, no grau desejado, que somos pequenos perante Deus e o Universo, somos menores ainda do que pensamos, temos reincidido em nossos erros e precisamos olhar à nossa volta, mais do que em nós mesmos. Assim, senhores, sabemos que precisamos rever nossas formas de pensar e agir, definitivamente. Por esta razão, senhores, neste momento, humildemente pedimos desculpas a todos pelos nossos atos falhos, e declaramos, com honestidade, que iremos fazer esforços para mudar. Para melhor.*

#### F. Uma dúvida: celebrar os 500 anos de Brasil, ou redescobrir o Brasil?

Num país onde, passados 500 anos de seu descobrimento, em que pesem as conquistas e os avanços obtidos, ainda existe: *tanta desassistência e desesperança; tanta fome e miséria; tanta violência e morte; tanta ignorância e submissão; tanta discriminação velada; tanta injustiça e desigualdade social; tanto egoísmo; tanta farsa e cinismo; tanta hipocrisia; tanta terra e agrônomo e insuficiente produtividade da produção agrícola; tanta coisa boa nascendo da universidade pública e tanta vontade de acabar com ela; tantas leis e pouco respeito; tanta omissão de autoridades; tanta impunidade e tanta mentira*, pergunta-se: - é o caso de, realmente, celebrar os 500 anos de Brasil, ou é mais o caso de redescobrir e refazer o Brasil? Pensamos que seja mais o caso de se redescobrir e se refazer o Brasil, para formar um povo novo, forte, aguerrido e bravo, para ser livre. Mas...

“Mas não basta p’ra ser livre  
ser forte, aguerrido e bravo;  
povo que não tem virtude,  
acaba por ser escravo”

(Francisco Pinto da Fontoura - Hino Rio-grandense)

Então, senhores, precisamos exercer esforços no sentido de formar um povo novo, que tenha virtude, que seja saudável e instruído, para pensar e decidir bem. Dêem saúde e educação ao povo e verão do que ele é capaz. Ele não só não se dobrará perante os tiranos e saberá escolher melhor seus governantes, como também entenderá as ações de manejo e conservação do solo e da água, entre outras, que queremos implementar para servi-lo. Isto será muito importante para todos, mas especialmente para nós, cientistas de solo,

pois o que nos obrigará a abdicarmos de algumas de nossas individualidades e interesses menores, para pensarmos mais no coletivo e interesses maiores. Esta é a lógica, pura e simples. Não há o que contestar. Só nos resta agir. Desta forma. Então, vamos à luta, senhores.

## II. O INDIVÍDUO COMO DETERMINADOR DA QUALIDADE DAS AÇÕES DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA

No início deste trabalho, falamos que, uma vez decididos a aceitar o convite para proferir esta palestra, nossa preocupação maior foi sobre o que enfocar na mesma. Uma decisão clara a respeito somente nos foi possível após ter sido feita uma revisão atenciosa dos principais conceitos envolvidos no tema “manejo e conservação do solo e da água”. Seleccionamos quatro deles para serem usados aqui (mais adiante, outros serão apresentados), para reflexão e referência, como a seguir apresentados.

### A. Conceitos fundamentais em manejo e conservação do solo e da água.

a) *Manejo do solo*: “o somatório de todas as operações de preparo do solo, calagem, adubação, semeadura, práticas culturais e outros tratamentos conduzidos sobre, ou aplicados ao, solo, para permitir o crescimento e desenvolvimento de plantas” (SCSA. Resource Conservation Glossary. Ankeny, Iowa. 1982);

b) *Manejo da água*: “a aplicação de práticas para obter benefícios adicionais da precipitação, água, ou fluxo de água, em qualquer uma de diversas áreas, tais como irrigação, drenagem, recreação e vida silvestre, suprimento de água, manejo de bacias hidrográficas e armazenamento de água no solo, para permitir o crescimento e desenvolvimento de plantas” (SCSA. Resource Conservation Glossary. Ankeny, Iowa. 1982);

c) *Conservação do solo*: “o uso da terra, dentro dos limites de praticabilidade econômica, de acordo com suas capacidades e necessidades, para mantê-la permanentemente produtiva” (SCSA. Resource Conservation Glossary. Ankeny, Iowa. 1982); e

d) *Conservação da água*: “o controle físico, proteção, manejo e uso dos recursos hídricos de forma a manter as terras de cultivo, pastoreio e florestas;

a cobertura vegetal; a vida silvestre e o habitat da vida silvestre, para os benefícios máximos sustentados do homem, agricultura, indústria, comércio e outros segmentos da economia nacional” (SCSA. Soil Conservation Glossary. Ankeny, Iowa. 1982).

É importante que tenhamos estes conceitos bem entendidos e lembrados, sempre, antes de colocarmos em prática ações de manejo e conservação do solo e da água, pressupostamente de boa qualidade.

### **B. Protagonistas e palcos de atuação nas ações de manejo e conservação do solo e da água.**

Refletindo os conceitos fundamentais em manejo e conservação do solo e da água, acima transcritos, claramente percebe-se que manejar e conservar o solo e a água implica ações humanas. Do indivíduo, fundamentalmente. Este, irá cultivar plantas ou criar animais em uma propriedade (ou orientará para assim fazê-lo) por determinados meios, para obter lucro. Os meios para que as plantas e os animais cresçam, existem naturalmente - o solo, a água e o clima, mas, em adição, outros podem ser criados pelo indivíduo - as máquinas, os implementos e os insumos. No processo de escolha ou criação dos meios pelo indivíduo (ou de sua orientação para assim fazê-lo), poderá ou não haver influência. Se o indivíduo raciocinar bem, ele saberá escolher e usar bem (ou orientará a assim fazê-lo) o solo, a água, o clima, as plantas e os animais, bem como saberá criar ou escolher e usar bem (ou orientará a assim fazê-lo) as máquinas, os implementos e os insumos. E obterá lucro, Não somente o financeiro, mas também o de ter tido os recursos naturais solo e água da propriedade preservados. Em fazendo o contrário, ele não obterá lucro. De nenhuma espécie. O resultado final, pois, bom ou ruim, dependerá, fundamentalmente, da qualidade das ações do indivíduo. Se elas forem boas, o resultado será bom. Se elas forem ruins, o resultado será ruim. É a lógica, pura e simples. Fácil de ser entendida.

Mas por que, então, se aquilo de que se trata tem lógica e é fácil de ser entendido, as ações do indivíduo não resultam sempre boas? Simplesmente porque a qualidade das ações do indivíduo, por sua vez, depende, fundamentalmente, das qualidades de sua formação pessoal (caráter e personalidade), escolar (grau de instrução), profissional (capacidade para fazer as coisas) e social (habilidade para se relacionar com outros), que variam de indivíduo para indivíduo e, como tal, determinam ações humanas diferenciadas. Dificuldades, então, podem surgir, constituindo diferentes cenários.

Mas quem são, afinal, os indivíduos protagonistas nas ações de manejo e conservação do solo e da água? Como terão sido suas formações? Quais os palcos em que atuam?

Diretamente envolvidos, estão o agricultor e o profissional de agronomia, em suas mais variadas funções e responsabilidades, com formas de educação pessoal, escolar, profissional e social muito diferenciadas. Mas, indiretamente, outros indivíduos estão também envolvidos, com formações também variadas, tais como o fornecedor de sementes, o fabricante de máquinas e implementos agrícolas, o fabricante de insumos (calcário, adubos e agrotóxicos) e, possivelmente, outros.

Constituem palcos de atuação para os indivíduos protagonistas nas ações de manejo e conservação do solo e da água as instituições de ensino e pesquisa, as instituições exclusivamente de pesquisa, as instituições de assistência técnica e extensão rural, as entidades e associações de classe, as sociedades científicas, os órgãos de fomento e financiamento de pesquisa, as empresas do ramo agrícola, o governo e, possivelmente, outros.

Para uma melhor abordagem do tema “*perspectivas do manejo e da conservação do solo e da água no Brasil*”, uma análise básica e global dos indivíduos protagonistas e dos palcos em que eles atuam torna-se, pois, necessária e oportuna. Outrossim, cabe-nos informar, neste momento, que a ênfase em nossa abordagem estará essencialmente voltada às terras agrícolas utilizadas com culturas anuais em fileiras para a produção de grãos. Isto porque os problemas mais sérios de degradação do solo (notadamente a erosão) e poluição da água estão, normalmente, associados com este tipo de exploração da terra. Os princípios a serem apresentados e discutidos, no entanto, são válidos para qualquer outro tipo de exploração agrícola da mesma.

## 1. Os indivíduos nas ações de manejo e conservação do solo e da água.

### 1.1. O agricultor – um indivíduo comum, mas especial.

Como referido anteriormente, o agricultor é o indivíduo mais diretamente envolvido nas ações de manejo e conservação do solo e da água, sendo o principal responsável pela implantação e condução das mesmas. Assim, é de fundamental importância que se faça uma análise abrangente dos indivíduos agricultores, mostrando a sua evolução no tempo, os diferentes tipos desses indivíduos, a sua condição econômica, as suas características culturais e os principais problemas ou desafios que eles enfrentaram no passado, e continuam enfrentando no presente, ao praticarem agricultura no Brasil.



Pela análise da história do Brasil, verifica-se que vários tipos de indivíduos contribuíram para a implementação da atividade agropecuária em nosso país, até a forma como hoje ela está posta. Podemos destacar a importância dos índios (agricultura rudimentar para consumo próprio), dos fazendeiros de gado (pouca habilidade com lavouras), dos imigrantes europeus (profunda identificação com seu local de origem) e das sucessões dos indivíduos miscigenados resultantes destas três categorias, os quais atualmente compõem o denominado povo rural brasileiro.

Os índios manejavam o meio em que habitavam de acordo com suas necessidades, pois o caráter nômade lhes facultava sobreviver com uma agricultura mínima. Os fazendeiros de gado manejavam o meio para a exploração animal. Devido a grande extensão de terra inicialmente disponível, o solo era manejado segundo a disponibilidade forrageira, sem grandes intervenções.

As primeiras grandes intervenções no manejo das terras sob uso agrícola no Brasil, ocorreram em solos cultivados com café e cana-de-açúcar. Inicialmente, nessas áreas foram empregadas, basicamente, forças humana (mão-de-obra dos escravos) e animal (para tração). Mesmo sem a utilização intensiva de tratores e máquinas, esta, talvez, tenha sido a primeira interferência realmente importante ocorrida nas terras sob uso agrícola no Brasil, em termos de manejo do solo e da água. O resultado de tal interferência pode ser quantificado sob dois aspectos. Um, positivo, devido à mudança no tipo de exploração agrícola vigente, meramente extrativista, para a adoção de uma agricultura comercial. Outro, negativo, constituído pelo uso do solo sem o mínimo conhecimento de sua real aptidão agrícola, ausência de planejamento em relação ao manejo conservacionista do solo, emprego de monoculturas e exploração do trabalho humano.

Os imigrantes colonizadores foram os responsáveis efetivos pela introdução da agricultura no Brasil, sobretudo a agricultura familiar. Estes indivíduos trouxeram uma cultura agropecuária já consolidada de seus países de origem, bem como instrumental agrícola mínimo, sementes e práticas culturais. Logicamente, trouxeram também procedimentos de manejo do solo e da água, porém alguns incompatíveis com as realidades de solo e clima brasileiros. Num primeiro momento, os indivíduos imigrantes determinaram suas prioridades e foram, individual e/ou coletivamente, construindo um novo conceito de uso e manejo do solo em suas pequenas comunidades, considerando as condições que lhes eram disponíveis. Pode-se dizer que, a princípio, esses agricultores, no afã de resolverem, por si mesmos, os problemas na época existentes, formulavam hipóteses, estabeleciam objetivos, traçavam metas e executavam pesquisas no campo com o propósito de testar novas

espécies de plantas, formas de semear e adubar o solo ou construir máquinas e implementos agrícolas. Logo, conclui-se que esses indivíduos já realizavam pesquisas agrônômicas, embora sem nenhum cunho oficial e, certamente, nenhum rigor científico.

Porém, logo surgiu a pressão por novos espaços de terra, por parte dos indivíduos filhos dos imigrantes colonizadores, fruto da alta taxa de crescimento demográfico. Devido ser o trabalho agrícola predominantemente baseado na força de tração humana e/ou animal, famílias que dispunham de um maior número de pessoas (braços) para trabalhar nas lavouras se sobrepunham à outras, de pequeno contingente humano. A questão cultural também contribuiu para a pressão de ocupação de novas terras. Por tradição e dever de consciência, os pais procuravam deixar uma porção de terra aos filhos. No entanto, somente um deles, geralmente o mais novo, continuava a morar com os pais após o casamento, mas agora com sua nova família. Devido a esses fatores, o percentual da população brasileira residente no meio rural decresceu de 55% em 1960 para menos de 20% em 1998.

A pressão por novas terras no Brasil originou, e está ainda originando, duas situações: 1) as invasões e/ou ocupações de terras consideradas improdutivas pelos agricultores que não dispõem de propriedade agrícola - estas ocupações ocorrem normalmente em áreas próximas ao local de origem destes indivíduos ou, no máximo, no mesmo Estado; e 2) a busca de novas fronteiras agrícolas por agricultores individuais, às vezes em locais cultural, física e climatologicamente muito diferentes dos de origem daqueles indivíduos (outros Estados ou, mesmo, outros países) - é comum nesta situação um agricultor vender sua pequena propriedade, localizada numa região em que a terra está muito valorizada, mesmo que esta apresente problemas para o emprego intensivo da motomecanização, e, com o mesmo dinheiro, comprar uma fazenda com área bem maior, numa região onde a terra ainda não está tão valorizada, mas geralmente com uma topografia mais propícia ao uso intensivo de máquinas. Nesta situação, podem também ser enquadrados os grandes empresários, banqueiros, políticos e outros indivíduos que adquirem consideráveis frações de terras com recursos próprios, ou mesmo com incentivos fiscais ou governamentais.

Cada forma de pressão por novos espaços agrícolas pode ser analisada em termos de uso e manejo do solo e de tipo de sociedade rural daí resultante. Assim, de modo geral, os agricultores que formam os assentamentos rurais usam intensivamente o solo com uma gama variada de culturas e criações, utilizam poucos equipamentos tratorizados e muita mão-de-obra, produzem para sua subsistência e vendem o excedente. Dependem, inicialmente, de sub-

sídios governamentais e de assistência técnica e, normalmente, se organizam em forma de cooperativas ou comunidades agrícolas, onde cada integrante das mesmas tem uma função definida no processo produtivo (agropecuário, gerenciamento e comercial). Quanto aos agricultores individuais que buscam novas fronteiras agrícolas, eles são normalmente produtores especializados em poucas culturas ou criações, trabalham intensamente o solo com o uso de máquinas e implementos tratorizados, e possuem médias a grandes extensões de terras. Eles têm também acesso mais fácil à assistência técnica e ao crédito rural, produzindo seus produtos essencialmente para comercialização.

Em função de fatores como crédito subsidiado e juros abaixo do mercado, grandes firmas, bancos, políticos e empresários, nacionais ou estrangeiros, passaram também a investir em terras, constituindo as empresas rurais ou empresas patronais. Administradas por gerentes (engenheiros agrônomos, técnicos agrícolas ou simples capatazes) e empregando trabalhadores assalariados, muitas dessas empresas cumprem sua função social, manejando convenientemente os recursos naturais, gerando renda e testando e incorporando novas tecnologias. Outras, no entanto, servem apenas como vitrine especulativa ou ponto de descarga “legal” dos impostos devidos pelas empresas-mães (industriais, comerciais ou financeiras). Diferenciam-se das propriedades familiares por seu grande poder de pressão junto aos órgãos governamentais na captação de incentivos e/ou financiamentos públicos, na renegociação de dívidas e na execução de obras de infra-estrutura nas propriedades ou na região onde se inserem. Possuem acesso fácil à imprensa e assistência técnica, especialmente aquela prestada por empresas multinacionais de grande porte.

A educação do indivíduo do meio rural pode ser analisada sob dois aspectos: a instrução formal e a educação intrínseca. A educação intrínseca independe da instrução formal. A instrução formal é fortemente influenciada pela educação intrínseca. Os indivíduos do meio urbano se tornam profissionais em determinadas áreas, após anos de estudo ou de treinamento. Podem, até certo ponto, escolher sua profissão. O indivíduo do meio rural já nasce com a profissão de agricultor. Pode, no entanto, mudar de ramo de atividade, embora o esforço e as dificuldades que terá que enfrentar são, geralmente, sempre maiores do que as encontradas pelos indivíduos do meio urbano.

A educação intrínseca do indivíduo (agricultor) do meio rural geralmente é baseada nos usos, costumes e tradições que foram, e continuam sendo, transmitidos de geração em geração. Isto permitiu que esta porção considerável da população brasileira, com um mínimo ou, mesmo, nenhuma instrução formal, pudesse conviver e sobreviver em comunidades com grandes dificuldades financeiras e de acesso à assistência-saúde, escola e crédito,

sem, contudo, apresentar os desvios de conduta normalmente verificados, em grande escala, no meio urbano (roubos, saques, assassinatos, estupros e violência contra crianças e idosos).

A educação formal dos indivíduos do meio rural está, lenta e progressivamente, aumentando no Brasil, porém ainda é bastante deficiente, pois ainda não temos a integralidade dos indivíduos agricultores com a formação primária completa (1<sup>a</sup> à 8<sup>a</sup> séries), além do que existem disparidades gritantes entre as grandes regiões do Brasil. As Regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste praticamente conseguiram erradicar o analfabetismo, enquanto as regiões Nordeste e Norte ainda deixam muito a desejar neste aspecto. Embora a educação intrínseca dos indivíduos do meio agrícola seja um aspecto relevante, é necessário, hoje, que eles tenham um mínimo de instrução formal, para que possam entender e utilizar, com eficiências econômica e ecológica, os recursos naturais, as máquinas e os demais insumos que lhes são disponibilizados.

Os recursos naturais disponíveis (solo, água, fauna e flora), aliados à educação intrínseca e formal dos indivíduos agricultores, normalmente definem sua situação econômica. O ditado popular “solo pobre, povo pobre” está em parte correto, porém, hoje, não completo. Pode-se, atualmente, obter elevadas produtividades das culturas e dos animais, sustentáveis econômica e ecologicamente no tempo, em solos naturalmente pobres (física, química e biologicamente), desde que conhecidas, respeitadas e, quando possível, corrigidas todas ou partes de suas limitações.

O desejo de uma vida melhor é um aspecto inerente a todo o ser humano e o é também para o agricultor, especialmente os que praticam a agricultura familiar. No entanto, há diferenças quanto aos aspectos ou pontos que cada um julga ou anseia melhorar. Enquanto um cidadão urbano preocupa-se em adquirir um apartamento melhor, um automóvel do ano ou gozar suas férias no exterior, o produtor rural manifesta o desejo de, por exemplo, comprar um trator novo ou trocar o já disponível por um menos usado, adquirir mais terra para poder acomodar o trabalho dos filhos e intensificar e modernizar o seu processo produtivo. No entanto, há desejos e ansiedades comuns, tal como propiciar uma educação mais aprimorada aos filhos. A disposição de mudança dos agricultores depende da sua atual situação financeira, da sua capacidade de endividamento e do acesso à novas tecnologias e ao crédito.

Outra questão de grande importância para os indivíduos agricultores refere-se a sua relação com a assistência técnica (pública e/ou privada). Não raramente, os agricultores não passam de cobaias para treinamento de profissionais iniciantes ou para programas absurdos de políticos irresponsáveis e desconectados de sua realidade. Diferentemente de outros profissionais,

como médicos, odontologistas e advogados, cujos pacientes ou clientes vão procurar seus serviços para resolver uma questão específica, os agricultores (clientes), não raras vezes, é que são procurados pelos órgãos de assistência técnica e de revenda de insumos agrícolas. Estes, passam a receitar um sem número de soluções para que o agricultor aumente sua produtividade, semeie uma área ainda maior, use novas tecnologias e faça melhorias no solo, independentemente de sua plena convicção, aceitação, domínio, utilidade ou viabilidade econômica da técnica recomendada. Deve-se sempre ter em mente que a atividade dos agricultores é permanente, enquanto a dos técnicos e pesquisadores é transitória.

A política agrícola, seja ela ao nível federal, estadual, municipal ou local (cooperativas, por exemplo), também pode influenciar decisivamente no uso e manejo das terras e vida dos agricultores. Políticas mal planejadas, açodadamente implantadas, mal gerenciadas, corrompidas ou incompatíveis com a realidade cultural, técnica, ecológica ou econômica dos produtores, têm sido causas de inúmeros casos de fracasso e falências de comunidades inteiras no meio rural. Mesmo que o técnico seja competente, simplesmente pelo fato dele estar subordinado à tais políticas, já podem ocorrer vários tropeços, resultando numa imagem negativa do profissional e de sua profissão. Neste aspecto, cabe destacar a maciça propaganda dirigida, que vem sendo exercida por grandes empresas (nacionais, estrangeiras e multinacionais), genericamente denominadas de “integradoras”, sobre os produtores rurais brasileiros, com o objetivo de produzir aves, suínos, leite, fumo, gado bovino confinado e hortaliças em geral. Com o atrativo de créditos para investimento e custeio, financiados pelas próprias empresas “integradoras”, muitas famílias de agricultores não passam de simples mão-de-obra, sem carteira de trabalho assinada pelas mesmas, o que não deixa de ser uma escravização velada. Além disso, contabilizam apenas um parco rendimento financeiro líquido quando terminam de saldar sua dívida, contraída quando do financiamento obtido junto a essas mesmas empresas.

Pelo exposto, percebe-se uma grande variação de cenários quanto aos indivíduos agricultores atuantes no Brasil. Embora exista em nosso país uma parcela considerável de agricultores com grau de instrução e condições financeiras suficientes para implementar ações de manejo e conservação do solo e da água, entre outras, de boa qualidade, ainda resta um contingente bastante expressivo que não possui tais requisitos, devendo, mais do que nunca, merecer a atenção dos demais indivíduos e instituições doravante referidos, para que, também, possam usufruir de um mínimo de conforto e bem-estar e, assim, possam contribuir para o desenvolvimento sustentável da

agricultura brasileira, com felicidade e entusiasmo estampados no rosto, ao invés da tristeza e desolação que, hoje, infelizmente eles expressam.

## **1.2. O profissional de agronomia – um indivíduo especial, mas comum.**

Em relação ao profissional de agronomia, é interessante analisá-lo nas fases mais importantes de sua vida, ou seja, desde o momento em que ele está habilitado a realizar os exames vestibulares para ingresso na academia, até o momento em que, efetivamente, ele irá tomar decisões a respeito e colocar em prática ações de manejo e conservação do solo e da água, entre outras, de boa qualidade. Isto porque, para que possamos falar melhor sobre as *“perspectivas do manejo e da conservação do solo e da água no Brasil”*, devemos, primeiro, saber quem é este indivíduo hoje, para projetar suas ações como profissional de agronomia amanhã.

### **1.2.1. O início de sua formação - o vestibulando.**

Os estudos de segundo grau foram concluídos e o vestibular a frente é uma opção. Este, é um momento crucial na vida de alguns jovens brasileiros (é isto mesmo, somente alguns, pois a maioria deles não chega a experimentar esse momento, infelizmente, por absoluta falta de oportunidade, imposta por sua condição financeira e pelo sistema político-social vigente no país). E agora, o que fazer? Fazer ou não o vestibular? Valerá a pena fazê-lo? Para onde ir? Que curso escolher? Estas, provavelmente, são as perguntas mais frequentemente feitas por esses jovens. Cursar medicina, odontologia, engenharia, artes, direito, veterinária, agronomia ou o quê? Alguns jovens realmente estão conscientes daquilo que querem (um filho meu – do Neroli, enquadrou-se neste grupo), outros pensam que estão, mas não estão (duas filhas minhas – do Neroli, enquadraram-se neste grupo – uma delas, inclusive, formou-se em ciências contábeis na UFRGS, estava trabalhando na sua área e, repentinamente, da noite para o dia, largou tudo e, hoje, cursa odontologia, também na UFRGS) e alguns jovens realmente não estão conscientes daquilo que querem. Por que esta marcante indecisão nos jovens de hoje? Será, talvez, por que eles ainda não sabem bem do que trata cada uma das várias profissões? Ou será, talvez, por que eles pensam mais em dinheiro e não sabem bem ainda qual das profissões será a mais lucrativa? Ou será ainda, talvez, por que eles estão desmotivados e desesperançados frente à situação em que se encontram as coisas no seu país, com mil incertezas quanto ao futuro? Acreditamos que

tudo isso, de forma associada, contribui consideravelmente para a indecisão desses jovens, além de outros fatores, certamente.

Duas coisas poderiam, logo, serem feitas para aliviar/melhorar um pouco este estado de tensão/indecisão nos jovens de hoje. Uma, seria levar a eles, enquanto ainda no segundo grau, talvez no último ano, um retrato fiel, sem retoques, do que tratam as várias profissões, o que nelas é estudado para poder-se chegar aquele profissional e como é, no desempenho de suas funções, o dia-a-dia daquele profissional, porém, isto, feito pelo próprio profissional em questão. Outra coisa que poderia ser feita, seria a realização de um teste de aptidão individual (vocação profissional), realmente eficaz, específico para cada área de interesse do jovem, a exemplo de alguns hoje já existentes (área das artes, por exemplo). Assim, ele teria melhores subsídios para decidir-se e seguir um rumo. E a academia em que ele pretende ingressar, por sua vez, receberia em seus bancos um aluno com alguma aptidão já avaliada, o que lhe asseguraria melhor a consecução de seu objetivo mais nobre, qual seja, o de formar e disponibilizar à sociedade um profissional de nível superior de boa qualidade. Lamentavelmente, no Brasil, a aptidão do indivíduo, com raras exceções, não é considerada importante para ingresso na universidade. E, pensamos, ela deveria ser.

Aptidão individual é fundamental, sem dúvida alguma, mas capacidade intelectual também o é. Tendo-se aptidão para uma dada coisa, ela será, em princípio, bem feita, mas ela poderá atingir o, ou chegar próximo do, ponto ótimo de qualidade com a adição de uma boa dose de capacidade intelectual. E como é avaliada, hoje, a capacidade intelectual do indivíduo que aspira a academia, no Brasil? Usualmente, por meio de um vestibular tipo “unificado” que, salvo melhor juízo, não a avalia satisfatoriamente. O nosso dia-a-dia nos mostra isto. Com certa frequência, vemos nos bancos da academia alunos que, nitidamente, não têm a capacidade intelectual requerida para o desejável aproveitamento de estudos superiores. Por outro lado, vemos também, no nosso dia-a-dia, porém nos bancos de outros recintos que comumente frequentamos, inclusive praças públicas e botecos de esquina (desculpem-nos, mas nossa condição financeira, de professor de uma universidade pública, não nos permite frequentar o bar “incrementado” localizado no meio da quadra), indivíduos com um talento (aptidão individual) invejável à mostra e, presumivelmente, também com boa capacidade intelectual, mas que, provavelmente, muito dificilmente irão sentar nos bancos da academia (o atual sistema político-social brasileiro restringe-os e/ou constrange-os tanto que, praticamente, elimina seus sonhos, lamentavelmente). Existem muitos talentos injustamente extraviados por aí que, de alguma forma, precisariam ser recolhidos e aproveitados. O

governo, os responsáveis pela educação, os estudiosos de ciências sociais e, nós, professores universitários, deveríamos, pelo menos, pensar um pouco mais sobre isto e tentar fazer alguma coisa a respeito. Deixar como está, certamente não é a atitude correta.

Retomando o assunto desviado, as razões para a avaliação frágil da capacidade intelectual do jovem que aspira a academia no Brasil, salvo melhor juízo, podem estar no vestibular tipo unificado, predominante nas universidades públicas do país, e nos denominados cursos “preparatórios” para o vestibular. Pensamos que um vestibular dirigido, específico para cada área de interesse do jovem, seria bem mais eficaz – ele avaliaria melhor a aptidão/capacidade intelectual do indivíduo. Como ilustração, tomemos o caso de um jovem interessado em ciências contábeis, análise de sistemas, ou outra área qualquer afim, das exatas. Por que deve ele ser requerido a saber tanta química, física e biologia para poder passar nos exames vestibulares? E se ele não souber bem estes conteúdos, ele não passará no vestibular do tipo “unificado”. E a falta de conhecimentos aprofundados nestes campos do conhecimento específico, não lhe será limitante para o bom desempenho de suas pretensas funções (aquelas de atribuição de um profissional em ciências contábeis, no caso em ilustração). Isto pode ser afirmado. Questionamentos desta natureza, são igualmente válidos em relação às outras áreas do conhecimento específico.

Quanto aos cursos denominados “preparatórios” para o vestibular, eles não capacitam o jovem para a universidade, absolutamente. Eles apenas “preparam-no” para passar nos exames de ingresso à mesma. Mas, para que o jovem possa frequentar um desses cursos, ele precisa ter dinheiro. Aquele que não tem dinheiro, não frequenta o curso e, certamente, terá chances reduzidas de passar nos exames do vestibular “unificado”, simplesmente porque ele não foi “preparado” para tal, embora possa possuir aptidão e capacidade intelectual satisfatórias para estudos superiores. Por outro lado, aquele jovem que possui dinheiro, frequenta o melhor curso “preparatório” e passa nos exames do vestibular “unificado”, embora com aptidão incerta (pois ela, na maior parte das vezes, não é avaliada) e capacidade intelectual não verdadeiramente comprovada (pois ele, na maior parte das vezes, foi apenas bem “preparado” para passar nos exames do vestibular). O resultado disso é, não raras vezes, um indivíduo talentoso e capacitado fora da academia e outro, não talentoso e não capacitado, dentro dela, ocupando o lugar daquele. Isto é injusto. Isto não deveria acontecer. Mas, lamentavelmente, acontece no Brasil.

As autoridades brasileiras de educação e nós mesmos, professores universitários, precisamos urgentemente repensar a forma atual de avaliação



da capacidade do indivíduo (aptidão individual e capacidade intelectual) para ingresso na universidade, sob pena de estarmos contribuindo para o desmoroamento prematuro do sonho forte de muitos jovens. Ousamos, até, dizer que, se os exames vestibulares fossem dirigidos, específicos para cada área de interesse do jovem, e se os cursos “preparatórios” para o vestibular não existissem, muitas coisas relacionadas ao ensino superior neste país resultariam, naturalmente, mais consistentes. A disputa por uma vaga na academia seria menos desigual e venceria o naturalmente melhor, não o artificialmente “preparado”. Perdoem-nos pela franqueza os idealizadores do vestibular unificado e os proprietários dos cursos “preparatórios” para o vestibular deste país.

Naquilo que nos diz respeito e interessa, ou seja, o bom desempenho das atividades de um engenheiro agrônomo, em se revendo as questões levantadas, poder-se-ia, desde cedo, por uma melhor seleção que poderia ser feita, estar contribuindo para a formação de um profissional de agronomia que, mais tarde, estará pensando e decidindo bem e, assim, colocando em prática ações de manejo e conservação do solo e da água, entre outras, de boa qualidade, com reflexos positivos na sociedade.

Independentemente de tudo o que foi questionado, o jovem entra na academia. No caso em questão, ele entra numa faculdade de agronomia. Para tornar-se um profissional de agronomia de nível superior. Um engenheiro agrônomo. Vamos, pois, analisá-lo agora enquanto acadêmico, considerando, ao mesmo tempo, a academia (faculdade de agronomia) em que ele ingressou, seus dirigentes e seus mestres.

### **1.2.2. Sua formação regular na graduação – o futuro engenheiro agrônomo**

O jovem passou nos exames de ingresso à academia, não importando se completos ou não, e se bem elaborados ou não. Ele está, agora, nos bancos da academia, legalmente habilitado. Ele foi aprovado nos exames de um vestibular oficial que “atestou” sua capacidade intelectual para estudos superiores (sua aptidão ou vocação profissional, no entanto, não foi considerada importante, pois, na maior parte das vezes, ela não é incluída nos exames vestibulares). Em nosso caso específico, o indivíduo ingressou numa faculdade de agronomia. Ele será, durante bom tempo, um indivíduo-aprendiz (aluno), que terá a sua volta dirigentes e mestres para orientá-lo, ensiná-lo e educá-lo, até tornar-se um profissional de agronomia de nível superior - um engenheiro agrônomo. Antes de analisarmos o acadêmico em si, julgamos interessante analisar o ambiente que o envolve, ou seja, a academia propriamente dita e os

indivíduos que dela fazem parte, quais sejam, seus dirigentes e seus mestres.

### 1.2.2.1. A academia.

Que academia é essa, onde ingressou um futuro profissional de agronomia? Quem são seus dirigentes? Quem são seus mestres? Certamente, um universo de situações existe. Independentemente de cada situação, algumas questões são importantes de serem levantadas.

Qual a razão da existência dessa faculdade de agronomia? Era ela necessária quando de seu estabelecimento? Sim, ela era. E essa outra, era ela também realmente necessária na época de sua implantação? Estão faltando engenheiros agrônomos no mercado de trabalho no Brasil? Existe mercado de trabalho suficiente para esses engenheiros agrônomos? Questões como estas, deveriam ser seriamente analisadas e debatidas, com toda a comunidade envolvida, antes de ser proposta e estabelecida uma nova faculdade de agronomia.

No nosso entendimento, existem no momento faculdades de agronomia em excesso no Brasil, especialmente em algumas regiões, não porque não haja necessidade de engenheiros agrônomos para o país (o Brasil é territorialmente grande e todo agricultável, inclusive 365 dias por ano, havendo espaço para um número maior ainda de engenheiros agrônomos do que o atual), mas sim por absoluta falta de mercado de trabalho. Cada vez mais são propostas e estabelecidas novas faculdades de agronomia e cada vez mais restringem-se as oportunidades de trabalho para o engenheiro agrônomo. E quando existe alguma oportunidade de trabalho, ela, às vezes, ainda não é digna de um cidadão de bem e de um profissional competente – o salário é muito baixo e/ou o propósito maior da função que lhe é prevista não é o mais nobre. Então, pergunta-se: - qual a lógica nisso, se é que existe alguma? O termo mais brando para dar nome a este estado de coisas no Brasil é: insensatez! Que interesses poderão estar havendo por detrás disso tudo?

Essa prática de estabelecimento fácil de faculdades de agronomia, ou de outras das ciências agrárias, no Brasil, sem maiores reflexões sobre sua real necessidade, está, de certa forma, desvalorizando a classe agrônômica brasileira. Qual a qualidade da formação desses engenheiros agrônomos, assim formados? Saberão eles, após “diplomados”, colocar em prática ações de manejo e conservação do solo e da água, entre outras, de boa qualidade, que irão ter reflexos positivos na sociedade? Esse alastramento fácil de faculdades de agronomia no país precisa ser desacelerado e repensado, sob pena de estar-se compactuando com a formação de profissionais de nível superior de qualidade duvidosa.

Levantemo-nos, pois, senhores dirigentes e professores de faculdades de agronomia, e colegas engenheiros agrônomos deste país, contra este estado de coisas, fazendo algo a respeito. Por oportuno, onde estão nossas entidades e associações de classe que, também, têm muito a ver com isso? Demasiadamente omissas, julgamos, lamentavelmente. Mais tarde, voltaremos a falar um pouco mais sobre esse assunto.

#### 1.2.2.2. O diretor da academia.

Analisemos agora as academias (faculdades de agronomia) já estabelecidas, muitas numa época em que realmente eram necessárias e outras que não eram, mas que estão estabelecidas, de qualquer forma.

Como interagem elas entre si e seus dirigentes dentro delas? Têm elas adequadamente definido um “perfil de engenheiro” para si, consistente com seus propósitos? É necessário um perfil de engenheiro agrônomo para cada uma delas, ou poderia ser ele um perfil único, para duas ou mais delas? Pelo que se percebe e se sabe, as coisas não estão boas no que se refere a isso. Pensamos que os diretores dessas academias deveriam interagir mais entre si, pelo menos se conhecerem melhor. Não seria lógico que os diretores dessas faculdades de agronomia se reunissem e discutissem qual o perfil de engenheiro agrônomo mais adequado para cada uma, duas ou mais, delas, considerando suas abrangências de ação e as particularidades regionais ou estaduais onde elas estão inseridas?

É sabido também que existem diferentes currículos nas diferentes faculdades de agronomia no país, inclusive naquelas dentro de um mesmo Estado. São eles todos adequados? São eles todos consistentes com o propósito da formação pressuposta a um engenheiro agrônomo, em função do perfil de engenheiro agrônomo, traçado por cada uma dessas instituições de ensino superior? Para ilustrar uma situação, faremos um breve relato do que acontece no Rio Grande do Sul. Existem neste Estado oito faculdades de agronomia, sendo três delas públicas (federais) e cinco particulares. A formação dada nessas faculdades é consideravelmente diferenciada, tanto pelos diferentes perfis de engenheiro agrônomo adotado por cada uma delas, quanto pelos diferentes graus de qualificação de seus corpos docentes. São, pois, a rigor, oito tipos de engenheiro agrônomo que, anualmente, deixam os bancos escolares e ingressam no mercado de trabalho que, diga-se de passagem, é muito escasso. Será que isto é para ser assim mesmo? Estará correto isto? No mínimo, é uma questão a se discutir. Mas, lamentavelmente, ela não tem sido efetivamente discutida, por razões, suspeitamos, associadas a conformismo e

vaidade institucionais e/ou individuais.

Por outro lado, que formação deveria ser dada a um engenheiro agrônomo? Não serão os atuais currículos de nossas faculdades de agronomia muito ambiciosos, mas pouco eficientes? Algumas faculdades de agronomia no país querem formar um engenheiro agrônomo que, além dos aspectos agrônômicos em si, tenha muito também da formação profissional que é mais da alçada de um engenheiro agrícola, engenheiro florestal ou zootecnista. Se já existem os cursos de engenharia agrícola, engenharia florestal e zootecnia, inclusive com suas profissões regulamentadas, por que algumas faculdades de agronomia insistem em sobrecarregar seus alunos, futuros engenheiros agrônomos, com conhecimentos específicos dessas outras áreas? Não seria melhor, mais lógico, talvez, que o tempo gasto para repassar ao aluno de agronomia conhecimentos específicos dessas outras áreas fosse utilizado para formar um engenheiro agrônomo que, efetivamente, soubesse mais sobre os assuntos de natureza mais agrônômica propriamente dita, tais como aqueles relacionados com o solo, planta, clima e suas inter-relações? Estas questões deveriam ser melhor consideradas e debatidas por toda a comunidade envolvida. Mas, lamentavelmente, elas não têm sido. Neste sentido, pensamos que os diretores das faculdades de agronomia deveriam ser os primeiros a tomarem a iniciativa de trazer este assunto à discussão. Eles deveriam interagir mais, não somente entre si, mas também com os diretores de faculdades de engenharia agrícola, engenharia florestal e zootecnia, assim como com os dirigentes das entidades e associações de classe em agronomia, para, em conjunto, constituírem fóruns específicos de discussão do assunto. Não lhe parece lógico, também, caro leitor, isso tudo que foi questionado? Então, por que isso não é discutido? Senhores diretores das faculdades de agronomia, é mais do que hora de refletirem as questões levantadas. Em assim procedendo, os senhores estarão contribuindo, decisivamente, para que sejam colocados no mercado de trabalho profissionais de agronomia que, realmente, irão pensar e decidir bem, homogeneamente para casos homogêneos e, decorrente disso, colocar em prática ações de manejo e conservação do solo e da água, entre outras, de boa qualidade, que irão ter reflexos positivos na sociedade. Vamos lá, então, senhores diretores de faculdades de agronomia deste país, fazer alguma coisa a respeito, em relação a estes aspectos.

E dentro de uma academia em particular, como estão e como devem ser as coisas? Quem é seu diretor? Está ele no cargo por aptidão (vocaçãõ administrativa) e capacidade intelectual demonstradas, ou por razões outras? Tem ele a necessária consciência de suas responsabilidades na formação de um profissional de agronomia, de nível superior, que irá prestar serviços à sociedade, estando

ele na função de dirigente de uma faculdade de agronomia?

A função do diretor de uma faculdade de agronomia é, primariamente, fazer com que o propósito maior de sua instituição seja alcançado com êxito, ou seja, ele deve exercer esforços no sentido de formar um profissional de agronomia de nível superior de boa qualidade. Pelo que se percebe e se sabe, há muita coisa ainda também a melhorar neste sentido. O diretor de uma faculdade de agronomia deveria interagir mais e melhor com os chefes de departamentos e professores de sua unidade, ouvindo-os atentamente e acompanhando, passo a passo, o perfil do engenheiro agrônomo que está sendo construído na sua instituição de ensino. Se algum componente essencial da obra (formação profissional do indivíduo), porventura, estiver sendo colocado fora de prumo ou de esquadro, por um ou mais dos operários da construção (professores), sua atenção deve ser imediatamente chamada e, em persistindo a falha, sua substituição providenciada. Por outro lado, se os operários da construção (professores) estiverem erguendo bem a obra e, porventura, o engenheiro responsável pela mesma (diretor) estiver agora falhando, sua placa de responsável técnico deve ser removida da frente da obra e substituída por outra. O objetivo final deve, sempre, ser a obra finalizada e bem feita, ou seja, a formação de um profissional de agronomia de nível superior que pense e decida bem e, decorrente disso, coloque em prática ações de manejo e conservação do solo e da água, entre outras, de boa qualidade, que irão ter reflexos positivos na sociedade.

### **1.2.2.3. Os mestres da academia.**

Analisemos agora os mestres da academia, no nosso caso os professores de uma faculdade de agronomia. Quem são eles? Têm eles aptidão (vocação) e capacidade intelectual para ensinar e, ao mesmo tempo, orientar e educar jovens em fase de formação profissional avançada? Sabem eles que, além de ensinar o aluno, devem também orientá-lo e educá-lo para a vida? Têm eles a necessária consciência de suas responsabilidades na formação de um profissional de agronomia de nível superior de boa qualidade? Pelo que se percebe e se sabe, aqui pode estar a causa principal da má formação de um profissional de agronomia de nível superior – de um engenheiro agrônomo. O diretor de uma faculdade de agronomia pode, até, dentro de limites, não ser o mais talhado para exercer a sua função, mas os mestres, não. Eles não podem deixar de ser os mais talhados – eles devem ser bem talhados para exercerem a sua função, qual seja, a de ensinar, orientar e educar bem. As falhas ou deficiências do diretor de uma faculdade de agronomia, em relação

à formação profissional do aluno, causadas por má gestão de sua unidade, podem, até certo ponto, serem satisfatoriamente compensadas pela dedicação e competência dos professores. Por outro lado, as falhas ou deficiências de um professor são bem mais difíceis de serem compensadas. Elas poderão, inclusive, marcar profundamente o modo de pensar e/ou agir do aluno, às vezes de forma, até, irreversível. Nós, professores de ensino superior, precisamos admitir esta possibilidade e termos muito cuidado a respeito.

Um bom mestre é aquele que, além de possuir vocação e capacidade intelectual para ensinar, orientar e educar o aluno, também tem gosto por aquilo que ele faz. Em se tratando de agronomia, ele precisa ter gosto pela natureza e mostrar sensibilidade no trato com a terra e tudo o que nela existe. Ele precisaria ter sensibilidade no trato com o solo, com a água, com as plantas, com os animais e, de forma muito especial, com o agricultor – centro principal das atenções, ponto vital onde toda e qualquer ação de natureza agrônômica deve culminar.

Existe uma diferença muito grande entre ser professor na agronomia e professor de agronomia. Ser professor na agronomia é meramente dar aulas numa faculdade de agronomia sem, mesmo, necessidade de importar-se muito com a agronomia. Uma pequena porção de mestres enquadra-se nesta categoria – por exemplo, os professores que ministram conteúdos de disciplinas de ciclo básico. E não há nada que se possa criticar nisto, nenhum prejuízo maior do ponto de vista da formação do engenheiro agrônomo, desde que estes professores saibam e transmitam bem os conteúdos de suas matérias básicas, obviamente. No entanto, ser professor de agronomia é muito diferente, muito mais difícil. Significa, além de saber e transmitir bem o conteúdo de sua matéria, dar aulas numa faculdade de agronomia sendo o engenheiro agrônomo que ele é (em se tratando de um professor com formação de engenheiro agrônomo), fiel ao juramento feito no ato de sua colação de grau, ou, pelo menos, com o espírito de engenheiro agrônomo (em se tratando de um professor com formação profissional diferente, outra que não a de um engenheiro agrônomo), neste caso adquirindo e incorporando aquela sensibilidade para atuar como se fosse um engenheiro agrônomo – um protetor do agricultor e da natureza. Ao mesmo tempo em que transmite conhecimento técnico pela boca, o professor de agronomia deveria também deixar passar por ela outros tipos de conhecimento, outros ensinamentos, com os sentimentos que lhe vêm da alma – que brotam de sua sensibilidade para com a agronomia, para com o trato da terra. Pelo que se percebe e se sabe, muitos professores que se auto-intitulam professores de agronomia deveriam ser mais engenheiros agrônomos no exercício de suas funções, e não meramente

professores na agronomia. Desculpem-nos pela franqueza, alguns colegas. Talvez, fosse o caso de, até, pensar em criar uma disciplina nas faculdades de agronomia versando sobre “como ser um professor de agronomia”, pensando naqueles alunos que, porventura, venham a tornar-se professores de faculdades de agronomia. O atual ensino agrônomo prevê, única e exclusivamente, uma formação voltada para o desempenho das funções de um engenheiro agrônomo propriamente dita, omitindo totalmente nos seus ensinamentos a possibilidade de um aluno vir a tornar-se um professor de agronomia.

Uma outra coisa importante a se comentar, marcante nas academias, é a não uniformidade de critérios entre professores durante a fase de formação profissional do aluno, tanto em relação ao que lhe é ensinado, quanto à forma como ele é examinado para a avaliação do aproveitamento do conhecimento adquirido. Em geral, os professores conversam pouco entre si. Cada um tem a tendência de considerar sua matéria a mais importante do curso, desconsiderando, em maior ou menor grau, a dos outros e, às vezes, ainda sufocando o aluno com tarefas exclusivas de sua disciplina. Além disso, o conteúdo programático da disciplina de um professor pode estar muito bem relacionado com o de outra, de outro professor, mas porque eles não se conversam, acabam sobrepondo assuntos e, não raras vezes, ainda de forma descontraída. Há também uma falta gritante de uniformidade de critérios entre professores no que diz respeito às avaliações para verificação do aproveitamento do conhecimento adquirido pelo aluno. Existem professores que requerem muito, exigindo do aluno respostas como se eles mesmos as tivessem dando, então reprovando-o, às vezes injustamente. Por outro lado, existem professores que requerem pouco ou quase nada do aluno, exercendo paternalismos e/ou procurando conquistar simpatias, neste mostrando absoluta falta de consciência de suas responsabilidades na formação de um profissional de nível superior de boa qualidade, que mais tarde poderá estar pensando e decidindo coisas importantes em nome da sociedade, dessa vez aprovando-o gratuita e enganosamente. Há necessidade urgente de se mudar este estado de coisas nas academias. Os dirigentes das faculdades de agronomia deveriam ficar mais atentos a isso, assim como nós, professores, por nossa vez, precisaríamos pensar melhor sobre estes fatos, profissionalmente falando.

Deixa também a desejar nas academias, a falta de ensinamento relacionado à ética profissional, fundamental para valorização da classe, no caso a de engenheiros agrônomos. A nossa classe, caros colegas engenheiros agrônomos, está um tanto desvalorizada, e sua origem pode estar exatamente aqui, enquanto ainda nos bancos escolares, dentro das academias, que deixam muito a desejar neste sentido. Assim, senhores diretores de faculdades de agronomia

e colegas professores com formação de engenheiro agrônomo, vamos admitir esta falha e, daqui para diante, passar a ensinar, também, coisas relacionadas à ética profissional. Estaremos nós, neste momento, porventura, faltando com a ética profissional, por estarmos fazendo, assim, abertamente, todas essas críticas ao ensino agrônômico e às pessoas que a ele estão associadas?

Há que se considerar, também, dentro das academias, o relacionamento professor/aluno, como cidadãos comuns. O requerimento primário de qualquer cidadão e, assim, o de um professor, é o de respeitar, para ser respeitado. O aluno deve ser tratado de igual para igual como indivíduo, sempre, independentemente das limitações e deficiências que ele possa ter como acadêmico, nunca com desconsideração ou falta de respeito. O professor precisa ter consciência disso e saber fazer-se respeitar, ao natural, por meio de postura e competência, não por imposição ou medo. A verdade é que o aluno tem, dentro de limites, o direito de cometer erros ou falhas, mais do que nós, seus mestres, pelo simples fato de que ele veio para a academia para aprender conosco que, teórica e necessariamente, devemos saber mais e melhor do que ele, em tudo. Nós, professores, não só temos mais conhecimento técnico e vivência profissional do que o aluno, como também temos mais tempo e experiência de vida. Teoricamente, temos mais sabedoria. E se temos mais sabedoria, temos que saber compreender o aluno, mais e melhor do que ele a nós, corrigindo-o, de forma dura, até, se necessário, porém sábia e educadamente. O grande desafio para um professor, seja qual for seu nível, é o de ser mestre e educador, ao mesmo tempo. Além de saber transmitir conhecimento técnico propriamente dito, ele deve também saber orientar e educar o aluno para a vida, para que ele saiba exercer a profissão com postura, competência e dignidade. Assim, honestamente, pensamos que, quando um problema sério existe, envolvendo aluno e professor, sua origem pode estar mais em nós, professores, do que nele, aluno. Precisamos, pelo menos, admitir esta possibilidade. No entanto, ao se comprovar que a origem do problema está no aluno, aí sim, então, devemos endurecer, “*pero sin perder la ternura jamás*”, chamando sua atenção para o fato e corrigindo-o. O aluno que está à nossa frente, sentado numa cadeira numa sala de aula, é filho de um pai que, como nós, também gosta de seu filho e espera que, quando fora de casa, ele seja tratado com dignidade, como um cidadão respeitável, como nós gostaríamos que nosso filho fosse tratado, em qualquer lugar, por qualquer um, a qualquer hora. Lamentavelmente, existem professores que, de uma forma ou outra, humilham o aluno, mesmo que, às vezes, inconscientemente. Isto não deveria acontecer. Nossas amarguras, nossas frustrações, nossas deficiências e nossas derrotas não constituem motivo para despejarmos sobre os outros a



nossa ira. Nossos problemas pessoais não devem ser trazidos para dentro de uma sala de aula. Devem, isto sim, serem levados para dentro da sala de um terapeuta. Ou, até, serem afogados dentro de um copo, na mesa de um bar, porém antes de irmos para uma sala de aula.

Depreende-se de tudo o que foi comentado sobre os mestres de uma academia que, se nós tivermos a devida consciência do que representa o fato de sermos professores numa faculdade de agronomia, como professores de agronomia, com certeza nós saberemos ensinar, orientar e educar bem o aluno, resultando desta ação integrada um profissional de agronomia de nível superior que, mais tarde, estará pensando e decidindo bem e, decorrente disso, colocando em prática ações de manejo e conservação do solo e da água, entre outras, de boa qualidade, que irão ter reflexos positivos na sociedade.

#### 1.2.2.4. O acadêmico.

Por fim, analisemos agora o acadêmico em si, ou seja, o aluno de agronomia, tal e qual o vemos hoje, dentro de uma universidade. Por que optou ele pela agronomia? Tem ele aptidão (vocação) para agronomia e/ou capacidade intelectual para estudos superiores? Qual sua consciência sobre o que representa o fato dele estar numa academia e, mais tarde, tornar-se um profissional de nível superior - um engenheiro agrônomo? Pelo que se percebe e se sabe, as coisas também não estão boas em relação a estes aspectos.

Vê-se hoje nas salas de aula, de modo geral, uma parcela expressiva de alunos apáticos, desmotivados, omissos e, até, submissos, o que é triste, diga-se de passagem. Por que isto? A agronomia não é o que eles esperavam que fosse? A academia não tem o esplendor que eles esperavam que tivesse? Os mestres não são os sábios que eles esperavam que fossem? Ou serão eles os integrantes daquele grupo de jovens que não tinham aptidão para agronomia e/ou suficiente capacidade intelectual para estudos superiores mas, de qualquer forma, passaram nos exames de ingresso à universidade e, agora, surpresos, estão nela, perdidos? Esta questão como um todo é muito complexa para ser objetivamente respondida. Certamente, não existe uma resposta simples que possa ser dada de imediato. Tudo o que foi antes questionado e comentado, pode estar associado. Queiramos ou não, os primeiros a tentar esclarecer este mistério devemos ser nós, professores de agronomia, como anteriormente caracterizado. É uma tarefa a mais para nós, além das usuais, mas que, de alguma forma, precisamos nos envolver com ela, e conversarmos com esses alunos, de forma aberta e franca, como instrutores e educadores de curso superior que somos, por dever de nossa função. Precisamos descobrir o por que

deles estarem assim, para que possamos trazê-los de volta ao seu sonho, ou, se for o caso, até mesmo aconselhá-los a seguirem outro rumo, renunciado à agronomia, para seu próprio bem. E devemos fazer isto o mais cedo possível, quando for o caso. Em se deixando as coisas como estão, deliberadamente não estamos querendo ver o que vemos. Estamos, isto sim, enganando não só a sociedade que financia a formação de um profissional de nível superior, para mais tarde servi-la, e ao seu país, como também estamos enganando o próprio aluno, o que é mais grave ainda. Por outro lado, os alunos, por si mesmos, precisam ter mais consciência do que representa o fato deles estarem numa academia. Vê-se alunos sem a necessária consciência do que representa o fato deles estarem numa faculdade de agronomia. Do que representa o fato deles virem a tornar-se um profissional de agronomia de nível superior – um engenheiro agrônomo. Parece, até, que levam as coisas na brincadeira, sem nenhuma seriedade. São pelo mais fácil. Compactuam com as coisas erradas dentro da academia. Não gritam, como deveriam fazê-lo. São coniventes, omissos e, até, submissos, como já foi falado. Não se importam com sua própria formação profissional, o que é lamentável e preocupante. Parece, até, que não têm auto-estima. Sendo aprovados na disciplina, está tudo bem, mesmo com o conceito mínimo de aprovação. Isto precisa mudar, meus caros alunos. Em agindo assim, vocês o estão fazendo de forma equivocada, enganando-se a si próprios. Vocês precisam exigir mais, não quererem menos. Vocês têm que se dar conta de que o mercado de trabalho está cada vez mais exigindo profissionais de nível superior de boa qualidade. Foi-se o tempo em que haviam os “padrinhos” que, facilmente, recomendavam seus “afilhados”, não importando sua competência. Hoje, a coisa não é mais assim. Ela mudou. Se você, meu caro aluno, quiser conseguir uma boa colocação no mercado de trabalho e ser bem sucedido profissionalmente, você precisa mostrar competência. E para que você mostre competência, meu jovem, você precisa estudar e dedicar-se mais, enquanto ainda na faculdade. Este é o momento mais adequado e proveitoso de sua vida para isso. Esta é a sua parte, não menos importante do que a nossa, seu mestre. Portanto, faça-a. Por você mesmo. Você somente tem a ganhar com isso. Em fazendo assim, você estará, mais tarde, pensando e decidindo bem e, decorrente disso, colocando em prática ações de manejo e conservação do solo e da água, entre outras, de boa qualidade, que irão ter reflexos positivos na sociedade. Vamos lá, então, caros alunos, acordem para a realidade. Estudem e dediquem-se mais, definitiva e inquestionavelmente.

Independentemente de tudo o que foi questionado sobre a formação regular do profissional de agronomia, um engenheiro agrônomo é formado.

E agora, o que fazer? Trabalhar como engenheiro agrônomo no mercado de trabalho? Retornar à propriedade dos pais, agricultores, e tornar-se um deles (porém, agora, com o título de “doutor” na mão)? Ou prosseguir os estudos? O destino deles é diverso. Uma porção expressiva de recém formados em agronomia está, hoje, optando por prosseguir seus estudos, ingressando nos cursos de pós-graduação existentes no país. Outra porção, não se sabe bem se maior ou menor do que a primeira, opta por atuar como engenheiro agrônomo no mercado de trabalho, desde que exista alguma oportunidade, é claro (os que não conseguem colocação no mercado de trabalho, retornam à casa dos pais e, frustrados, ficam lá, esperando por alguma oportunidade). Uma última porção, talvez a menor das três, deliberadamente retorna à propriedade dos pais, agricultores, e nela fica trabalhando, porém agora com o “status” de agricultor com grau de instrução superior – um agricultor “doutor”.

Analisemos, pois, num primeiro momento, aquele profissional de agronomia que completou sua formação regular na graduação e optou por continuar seus estudos, ingressando logo num curso de pós-graduação. O profissional regular de agronomia que optou por ingressar no mercado de trabalho, para atuar como engenheiro agrônomo, e o profissional de agronomia que optou por retornar à propriedade dos pais, agricultores, para tornar-se um deles, serão considerados mais tarde.

### *1.2.3. Sua formação especializada na pós-graduação – o futuro pesquisador de agronomia.*

Hoje, um número expressivo de recém formados da graduação candidata-se a cursos de pós-graduação no país. Que cursos são esses? Atendem eles, satisfatoriamente, os requerimentos essenciais (bons professores, bons orientadores, bons pesquisadores e boas linhas de pesquisa, consistentes com o propósito principal do curso) necessários para uma boa formação básica especializada e, ao mesmo tempo, bom treinamento em pesquisa científica de seus alunos? Têm esses alunos aptidão (vocação) para pesquisa e capacidade intelectual para estudos avançados? Reúnem eles as características essenciais necessárias para virem a ser um bom pesquisador de agronomia? Todos sabemos que, para alguns cursos, e para alguns alunos, a resposta é: não!

Existem cursos de pós-graduação no Brasil que ainda não possuem as condições satisfatórias para garantir uma boa formação básica especializada de seus alunos. Por oportuno, registre-se aqui, também, o excesso de cursos de pós-graduação no Brasil, com proliferação maior ainda do que se verifica com as faculdades de agronomia, originando uma verdadeira massificação de profissionais de alto nível. O corpo docente de muitos desses cursos ainda não

possui a qualificação e/ou experiência necessárias para tal finalidade, o elenco de disciplinas nos mesmos não é adequado para satisfazer as necessidades de suas linhas de pesquisa, estas linhas de pesquisa, por sua vez, não estão adequadas à realidade (rumo à busca de soluções para problemas em vigor) e alguns de seus professores orientadores não têm ainda as devidas consciência e/ou experiência necessárias para formar um bom pesquisador (propósito maior de uma pós-graduação). Certamente, ninguém nasce sabendo, mas, antes de propor e estabelecer um novo curso de pós-graduação, as condições mínimas, pelo menos, deveriam ser observadas.

Um fato que nos chama a atenção, em relação à pós-graduação brasileira, são os cursos oferecidos por instituições exclusivas de pesquisa, que não são instituições regulares de ensino, os quais não têm aquele “clima” e a abrangência de ação dos cursos oferecidos por uma instituição regular de ensino e pesquisa, como aqueles de uma universidade. Salvo melhor juízo, pensamos que tais cursos de pós-graduação não possuem as condições satisfatórias para, por si próprios, assegurarem uma boa formação básica especializada aos seus alunos, comparativamente aos cursos de uma universidade, com exceções, é claro (existem cursos de pós-graduação em universidades que são igualmente, ou mais ainda, deficientes). Acreditamos que seria mais lógico e, portanto, mais eficaz, nestes casos, que os dirigentes dos cursos de pós-graduação de universidades e dessas instituições exclusivas de pesquisa que oferecem cursos de pós-graduação discutissem o assunto, elaborassem planos e estabelecessem acordos, de modo tal que o aluno das últimas pudesse cursar as disciplinas na universidade e realizar sua pesquisa na instituição em que ele está associado, em parceria. Por outro lado, ao pesquisador da instituição exclusiva de pesquisa deveria ser permitido o livre trânsito na universidade, vindo a fazer parte do corpo docente do curso da mesma, com as mesmas prerrogativas do professor orientador regular da mesma. As vaidades institucional e profissional deveriam ser deixadas de lado e os interesses maiores, coletivos, constituírem-se no centro das atenções de ambas, com vistas à consecução do objetivo mais nobre delas, qual seja, o de formar profissionais de alto nível de boa qualidade, capazes de realizar pesquisas científicas integradas, multidisciplinares, voltadas para o atendimento das necessidades reais da sociedade brasileira, seja ela a rural, seja ela a urbana, indistintamente. Não é de se admitir, num país com tantos problemas de natureza agrícola, entre outros, como o Brasil, esta falta de visão ou relutância à mudanças na área de formação de recursos humanos, não só por parte dos administradores das instituições de ensino e pesquisa agrícolas no país, como também por parte dos próprios professores orientadores e pesquisadores de tais instituições, onde as individualidades e os

interesses menores são, via de regra, colocados acima dos interesses maiores, coletivos, quais sejam, os interesses da sociedade brasileira que, ao final das contas, é a que paga a conta, mais uma vez, para todos.

Um outro fato que gostaríamos de comentar é o que se relaciona com a população alvo da formação dada num curso de pós-graduação. A pergunta que, de imediato, surge, é a seguinte: um curso de pós-graduação em Ciência do Solo, por exemplo, voltado para os propósitos agrônômicos, que fornece aos seus pós-graduados os títulos de Mestre em Ciência do Solo ou Doutor em Ciência do Solo, que população, primariamente, deveria atingir por meio dos seus ensinamentos, e que alunos, também primariamente, deveriam ser admitidos no mesmo, para servir tal população? Pensamos que a população alvo a ser atingida, num primeiro momento, deveria ser aquela constituída por aqueles indivíduos que usam a terra para dela extraírem alimentos, para sustento próprio e/ou dos animais, ou para comercialização, ou seja, os agricultores. No entanto, dada a ocorrência de problemas ambientais decorrentes de atividades agrícolas, ou não (áreas de mineração, descarte de resíduos de várias naturezas, etc.), cuja preocupação por parte dos profissionais de agronomia também deve existir, um curso de pós-graduação em Ciência do Solo deveria, hoje, procurar contemplar também essas necessidades, agregando ao seu programa disciplinas e linhas de pesquisa associadas aos referidos assuntos. Porém, a ênfase maior do mesmo, ao nosso ver, deveria continuar sendo na formação de pesquisadores em solos, com vistas ao aumento da produtividade agrícola e à preservação do solo e da água. Para formar pesquisadores com ênfase na área ambiental propriamente dita, talvez outros cursos deveriam ser criados, na modalidade de “pool”, tendo em vista a abrangência e a complexidade do assunto, onde os pesquisadores em solos também atuariam, entre outros profissionais.

Quanto ao tipo de aluno a ser admitido num curso de pós-graduação em Ciência do Solo, cuja pressuposta formação principal no mesmo é aquela voltada para o uso racional do solo para fins agrícolas, pensamos que prioridade deveria ser dada aqueles candidatos portadores do título de engenheiro agrônomo. Isto, não somente por uma questão de lógica, mas também por uma questão de defesa dos interesses da classe que, diga-se de passagem, sempre deve existir, qualquer que seja ela. Num segundo momento, em função do interesse e da disponibilidade de vagas no curso, poderiam ser admitidos aqueles candidatos portadores do título de engenheiros agrícolas e engenheiros florestais. Satisfeitas as necessidades do curso por indivíduos com estas formações básicas, profissionais com outras formações poderiam ser considerados para admissão ao curso. Temos uma certa relutância à aceitação

de alunos em cursos de pós-graduação em Ciência do Solo, voltados para fins agrícolas, cuja formação básica de graduação é distinta daquela do engenheiro agrônomo, do engenheiro agrícola e do engenheiro florestal. Certamente, tais alunos, além de encontrarem dificuldades no curso, não irão aproveitar satisfatoriamente os ensinamentos nele transmitidos, assim como não irão aplicar adequadamente, após terem obtido seus títulos, os conhecimentos adquiridos, tendo em vista o objetivo final do curso, qual seja, o de contribuir efetivamente para o aumento da produtividade agrícola, sem dano ambiental. Como aceitar ou, pelo menos, entender direito, a concessão do título de Mestre em Ciência do Solo ou Doutor em Ciência do Solo (solo, aqui, para fins agrícolas) a um indivíduo cuja formação básica não foi a de um engenheiro agrônomo ou, mesmo, de um engenheiro agrícola ou engenheiro florestal? Admitimos, no entanto, que esta é uma questão polêmica, a qual deveria ser melhor discutida. Apoiamos nossa opinião sobre este assunto em questões de lógica e de defesa dos interesses da classe (a classe dos cientistas em solos, cuja meta principal a ser alcançada por meio do exercício de suas funções é o aumento da produtividade agrícola, sem degradar o solo e a água).

Senhores dirigentes de cursos de pós-graduação e de instituições de pesquisa no Brasil, senhores professores orientadores e senhores pesquisadores, é mais do que hora de pensarmos, todos, mais profundamente sobre tudo o que foi comentado até aqui, relacionado à pós-graduação brasileira. Como se já não bastasse a ingerência externa para nos fazer frágeis e, decorrente disso, dependentes da ciência e tecnologia estrangeira, iremos nós mesmos, agora, compactuar com este estado de coisas, que facilitará mais ainda a enganosa e pretensiosa ação externa? Não, por favor, não podemos concordar com isto, assim de forma tão fácil, não. Vamos acordar para a realidade e movimentarmo-nos, admitindo a existência desses fatos e fazendo alguma coisa a respeito. Pelo menos, vamos iniciar uma discussão sobre o assunto e, aos poucos, vamos amadurecendo e progredindo no mesmo. Não estamos dizendo que a formação que vem sendo dada atualmente na pós-graduação brasileira é ruim, absolutamente. Mas que ela não é a requerida e a mais adequada, disto não temos dúvida.

Quanto aos alunos em si, muitos deles vêm para a pós-graduação simplesmente porque não encontraram uma colocação no mercado de trabalho, para atuarem como um engenheiro agrônomo regular. Com bolsas de mestrado ao redor de R\$ 750,00 mensais e de doutorado ao redor de R\$ 1.100,00 mensais, líquidos, não surpreende o fato de que a pós-graduação no Brasil constitui-se, hoje, num atrativo muito forte para aqueles que não conseguiram colocação no mercado de trabalho para atuarem como enge-

nheiro agrônomo, ou outro profissional qualquer, se a formação regular do candidato não foi a de um engenheiro agrônomo. Ela é uma opção tentadora, sem dúvida alguma. Imaginem só. Ser pago pela sociedade brasileira para qualificar-se ainda mais, numa universidade que já é gratuita (a pública, na maior parte das vezes, sem nenhuma exigência ou compromisso formal de retorno desse investimento à mesma), é ou não de se aproveitar? Claro que é. Obviamente que é. Que privilégio este, concedido no Brasil! No entanto, nem sempre devidamente reconhecido, pois, não raras vezes, vê-se alunos reclamando dos “baixos” valores de suas bolsas e do “excesso” de “trabalho” a que são impostos na pós-graduação (às vezes, esta última reclamação pode, até, proceder, dependendo do orientador, mas, na maioria dos casos, ela não procede, absolutamente, desculpem-nos pela franqueza, senhores alunos reclamantes). O que não dirá, então, o semi-analfabeto Joãozinho Pedreiro, com um salário bruto de R\$ 151,00 mensais e milhares de metros quadrados de parede para erguer, sem nenhuma expectativa de obter um título outro que não aquele protestado em cartório, devido a uma dívida contraída e que não pode ser paga (realmente não pode ser paga, pois o Joãozinho Pedreiro não é caloteiro; caloteiros são outros, que têm mais estudo e ganham muito mais do que ele)? Convenhamos, senhores alunos da pós-graduação brasileira, alguns de vocês foram, e continuam sendo, muito mal acostumados (onde estamos nós, seus professores orientadores, para esclarecermos estas coisas e colocarmos esses alunos reclamantes nos seus devidos lugares?). Pensem seriamente sobre isto que estamos falando, caros alunos da pós-graduação, e, por favor, alguns de vocês, parem de reclamar e estudem e trabalhem mais, definitivamente, que a sociedade que os está financiando está cansada de pagar contas indevidas. Por outro lado, nós, professores orientadores desses alunos, também precisamos reconhecer nossas falhas, nossa omissão e conivência, e admitirmos que, de uma forma ou outra, devemos conversar mais e melhor com esses alunos, num esforço conjunto, para fazê-los mudar desta forma de interpretar as coisas, para fazê-los reconhecer e valorizar a oportunidade que lhes foi concedida e o fato deles estarem num curso de pós-graduação no Brasil, inteiramente gratuito e, ainda por cima, remunerador.

Deixando de lado o atrativo financeiro e a melhoria gratuita da qualificação profissional possível de ser obtida, proporcionados pela pós-graduação brasileira, merece também ser comentada a forma como os candidatos a esses cursos são avaliados para ingresso nos mesmos. De modo similar ao que acontece com os exames de ingresso à universidade, para o bacharelado, a aptidão (vocação) para pesquisa e a capacidade intelectual desses candidatos para estudos avançados são, também, fragilmente avaliadas nos testes de sele-

ção à pós-graduação no Brasil. Resulta desta falta de rigorismo nas avaliações do potencial do candidato para estudos avançados a admissão ao curso de indivíduos que não possuem as características mínimas requeridas para virem a ser o que pode ser denominado de um bom pesquisador (propósito maior da formação delineada numa pós-graduação). Alguns indivíduos não só não têm aptidão para pesquisa e capacidade intelectual para estudos avançados, como também nem sabem direito o que querem (ao candidatarem-se ao curso, assinalam mais de uma opção/área de concentração nos formulários de inscrição), além de anexarem à documentação uma proposta de pesquisa (normalmente solicitada para inscrição) tão vaga que, sequer, dá para adivinhar o que eles realmente querem estudar e pesquisar no curso. Como exemplo, se é um curso de pós-graduação em Ciência do Solo, não é raro ver candidatos dizendo nas suas propostas de pesquisa ao curso que querem aprofundar seus conhecimentos em solos, para sanar deficiências remanescentes da graduação, mais ou menos nestes termos: “ – Pretendo estudar aspectos químicos, físicos e biológicos do solo, relacionados com sistemas de manejo, dando ênfase à matéria orgânica, para aumentar a produtividade agrícola e preservar o ambiente”. Não há nada de errado nesta expressão, do ponto de vista da intenção em si do aluno. Ela é válida, certamente. Só que isto não se enquadra numa área do conhecimento específico, necessário na pesquisa e em estudos avançados. Talvez usem isto, até, como tática para serem aceitos no curso (mostrando interesse em mais de uma área, talvez numa delas eu seja aceito, pode pensar um deles). Não obstante as fragilidades existentes no sistema atual de avaliação dos candidatos à pós-graduação, eles acabam sendo admitidos no curso, às vezes ainda numa área diferente daquela na qual inicialmente haviam manifestado interesse no formulário de inscrição, ou porque não havia disponibilidade de orientador naquela área ou porque nela não foram classificados, mas foram aceitos noutra área, na qual não haviam candidatos (ou haviam poucos, mas, às vezes, não bem classificados).

Durante sua passagem pela pós-graduação, os alunos são requeridos a elaborarem planos de estudo e projetos de pesquisa, além de submeterem-se aos exames convencionais para avaliação do aproveitamento do conhecimento adquirido e os exames de qualificação (no nível de doutorado), sempre sob a supervisão geral de um professor orientador e de uma comissão denominada “orientadora” do aluno que, na prática, pouco ou nada contribui (às vezes, até, complica mais ainda a vida do aluno), diga-se de passagem, com exceções, ficando normalmente orientado e orientador como os únicos determinantes da formação do aluno no curso (isto pode ser bom ou ruim, dependendo da qualidade da comissão orientadora do aluno).



A verdade é que, mesmo no nível de pós-graduação, observam-se falhas sérias, tanto na elaboração dos planos de estudo e projetos de pesquisa do aluno, quanto nas avaliações convencionais para avaliação do aproveitamento do conhecimento adquirido pelo mesmo no curso, com a prática de paternalismos e conquistas gratuitas de simpatia por parte de alguns professores orientadores. Praticamente, todos os alunos matriculados no curso são aprovados, inclusive ofendendo-se alguns deles quando seu conceito final numa dada disciplina não é o conceito “A” (Excelente), deduzindo-se disto que eles se julgam “excelentes”. Realmente existem alunos excelentes na pós-graduação brasileira, brilhantes, até, mas a verdade é que a maioria não o é (alguns são bons - e para Bom o conceito final é “C”, outros são muito bons - e para muito bom o conceito final “B”, e alguns são fracos mesmo - cujo conceito final deveria, a rigor, ser inferior a “C”). Mesmo assim, a eles normalmente é atribuído o conceito final “A” (Excelente), sendo, então, rotulados como alunos excelentes e, supostamente, serão também pesquisadores excelentes. E nós sabemos muito bem que muitos deles não merecem esta rotulagem, esta classificação, mas compactuamos com isto, excluindo-nos de ver o que vemos, por comodismo e/ou por falta de consciência de nossas responsabilidades na formação de recursos humanos. Por que isto? Por que enganar? Por que enganarmos a nós mesmos e, pior ainda, enganar ao aluno e à sociedade que financia e paga tudo? Sim, isto é enganar. Este nivelamento da capacitação profissional do indivíduo feito assim, por cima, não é correto. Ele é falso. Colocar todos os indivíduos de uma população que, sabidamente, por natureza, comporta-se sob distribuição normal, numa mesma classe de conceito, é falso. Esta prática, enganosamente confere iguais capacitações à alunos com diferentes graus de capacidade intelectual e de aproveitamento do conhecimento adquirido no curso. Isto precisa mudar. A pós-graduação não é para todos. Ela deve ser para aqueles indivíduos que, comprovadamente, possuem aptidão para pesquisa e capacidade intelectual para estudos avançados, uma vez que eles serão os futuros cientistas. E dos cientistas é esperado muito (avanços científico e tecnológico) por parte da sociedade, para o crescimento de seu país e para o bem estar da humanidade.

Por outro lado, existem professores orientadores que são exageradamente exigentes, autoritários e castradores, até. Escravizam o aluno, constrangendo-o e tolhendo sua liberdade individual de pensar e agir. São vaidosos, individualistas e prepotentes. Demais. Recusam-se ao diálogo aberto e franco com o aluno e ao trabalho em equipe. Utilizam seus orientados como mão-de-obra para atingir propósitos particulares, mais do que para fazer aquilo que realmente precisaria ser feito, em benefício da formação do aluno e do

atendimento dos interesses da sociedade, que é a que paga tudo, ao final das contas, inclusive seus próprios salários. Alguns professores não têm a devida consciência de que a função primária e mais nobre de um professor orientador é a de formar recursos humanos de boa qualidade e produzir bons trabalhos científicos, e não a de enriquecer currículo às expensas do aluno, às vezes ainda com trabalhos de qualidade duvidosa.

O aluno de pós-graduação deve ser visto como um possível substituto nosso, no desempenho das nossas funções de professor orientador e de pesquisador de elevado nível. Se nós nos orgulhamos do que fazemos hoje, de que somos bom professores orientadores e bons pesquisadores, competentes e produtivos, devemos também, orgulhosos, desejar que outros dêem continuidade ao nosso trabalho, com a mesma, ou melhor ainda, qualidade. Devemos nos dar por conta de que não seremos eternos, mas poderemos eternizar nossas ações, se é que as julgamos boas, por meio do repasse de nossas idéias aos nossos orientados atuais. O bom professor orientador é aquele que, em formando bem o aluno, seu orientado, o vê como se ele estivesse vendo a si próprio, com a certeza e a satisfação de que seu trabalho será continuado. Este nosso posicionamento, numa primeira e superficial interpretação, poderá até parecer vaidade pessoal, mas seria uma vaidade do tipo salutar, construtiva. Se orientarmos bem o aluno, formaremos um bom pesquisador, mas se o orientarmos mal, não só estaremos deixando de formar um bom pesquisador, como também poderemos estar sendo a causa principal do desencanto e desmoronamento prematuro do sonho de alguém que, tivesse ele sido bem orientado, poderia vir a constituir-se num bom pesquisador. A palavra de ordem é, pois, orientar bem os alunos de pós-graduação. Com exigência, mas também com atenção, dedicação e carinho, de nossa parte. Em procedendo assim, nós estaremos assegurando a continuidade dos atos de pensar e decidir bem e, decorrente disso, da colocação em prática de ações de manejo e conservação do solo e da água, entre outras, de boa qualidade, que irão ter reflexos positivos na sociedade.

Em relação às disciplinas de formação profissional, vê-se, e sabe-se de, coisas fantásticas também na pós-graduação brasileira. Para dar um exemplo, não é raro ver alunos que optaram para fazer a sua pós-graduação na equivocadamente denominada “área” de manejo do solo não cursarem disciplinas de física do solo, microbiologia do solo, hidrologia agrícola, conservação do solo e mecanização agrícola. Em primeiro lugar, manejo do solo não constitui uma “área” do conhecimento específico. O termo manejo do solo significa a aplicação conjunta e organizada de conhecimentos básicos, oriundos das mais variadas áreas do conhecimento específico, existentes no campo da ciência

do solo, com ênfase na melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo. Não existem, pois, por formação e titulação acadêmicas, os assim denominados “especialistas” ou “pesquisadores” de, e/ou em, manejo do solo. Existem, isto sim, especialistas ou pesquisadores nas mais variadas áreas do conhecimento específico, no campo da ciência do solo, que, em conjunto, vão desenvolver planos de pesquisa e colocar em prática ações integradas pertinentes, constituindo então o que pode ser denominado de “ações de manejo do solo”. Todos nós, pesquisadores em assuntos específicos no campo da ciência do solo, como erosão do solo, física do solo, química do solo, biologia do solo, mecânica de solo, etc., efetivamente também fazemos, em parte, pesquisa de, e/ou em, manejo do solo, e não somente aqueles que se auto-intitulam “pesquisadores de, e/ou em, manejo do solo”, simplesmente porque assinalaram um X no quadro em frente à área de concentração/opção “manejo do solo”, no formulário de inscrição ao curso, quando se decidiram pela sua pós-graduação. No entanto, ao obterem seus títulos, seja ele o de Mestre ou Doutor, garbosamente se dizem “especialistas” ou “pesquisadores” em manejo do solo. Assim, para corrigir este equívoco, sugerimos que o termo “manejo do solo” seja excluído das opções/áreas de concentração, uma vez que manejo do solo não constitui uma área do conhecimento específico e, por conseguinte, não existem especialistas ou pesquisadores completos em manejo do solo. Saberão, todos os autodenominados “especialistas” ou “pesquisadores” em manejo do solo, pensarem e decidirem bem e, decorrente disso, colocarem em prática ações de manejo e conservação do solo e da água de boa qualidade, que possam ter reflexos positivos na sociedade? Temos sérias dúvidas quanto a isso.

As críticas que fizemos em relação à “área” de, e aos “especialistas” ou “pesquisadores” em, manejo do solo, no que diz respeito ao estado atual das coisas na pós-graduação brasileira, aplica-se também à “área” de conservação do solo, pelas mesmas razões antes expostas, ou seja, conservação do solo também não constitui uma área do conhecimento específico – ela deve ser interpretada como a aplicação conjunta e organizada de conhecimentos básicos, oriundos das mais variadas áreas do conhecimento específico, existentes no campo da ciência do solo, com ênfase no controle da erosão do solo.

De qualquer forma, praticamente todos os alunos da pós-graduação concluem seus cursos, com graus de aproveitamento variáveis e com custo altíssimo para a sociedade (devido às bolsas de estudo e os auxílios de pesquisa por ela concedidos), obtendo seus títulos de Mestre em Ciência do Solo ou Doutor em Ciência do Solo (no caso de programas ou cursos de pós-graduação em ciência do solo). E tornam-se pesquisadores que, agora, vão desenvolver

atividades exclusivas de pesquisa, atividades mistas de pesquisa e ensino, atividades exclusivas de ensino ou, atividades regulares de um engenheiro agrônomo comum (uma vez que não conseguiram colocação no mercado de trabalho especializado, após terem concluído seus cursos de pós-graduação). Eles irão para as mais variadas instituições e empresas, públicas ou privadas, desde que existam oportunidades de trabalho, obviamente (elas são escassas, hoje, também para os profissionais com títulos de alto nível). E, não raras vezes, observa-se também que, por falta de oportunidade no mercado de trabalho especializado, alguns egressos da pós-graduação brasileira vão ainda atuar numa área bem distinta daquela na qual eles concentraram esforços, durante sua pós-graduação, quando então tudo aquilo que incorporaram de sua área de conhecimento será pouco, ou mesmo nada, utilizado, caracterizando uma situação típica do que poderia muito bem ser denominado de “desvio de função”. E qualquer indivíduo em desvio de função, em princípio, não produzirá aquilo que ele poderia produzir caso estivesse na função correta. É lamentável que isto esteja acontecendo. Mas está.

Chama a atenção também, em relação ao treinamento obtido por um aluno na pós-graduação brasileira, o fato de que, às vezes, um egresso da pós-graduação de uma universidade pública não consegue oportunidade de trabalho numa instituição também pública, mas a consegue numa empresa privada, às vezes, ainda, de capital estrangeiro. Ele vai, agora, servir os propósitos desta, tendo sido qualificado numa universidade pública, gratuita e de qualidade, com bolsa de estudo e auxílio para pesquisa provindos do bolso do povo brasileiro, do qual esta empresa também faz parte, reconhece-se. No entanto, não seria mais lógico e, portanto, mais coerente, o governo garantir mercado de trabalho para esses jovens cientistas brasileiros que foram qualificados numa universidade pública, também numa instituição pública, de modo que eles servissem, mais e primariamente, a sociedade que os financiou? Reconhecemos que esta é uma questão difícil e discutível, mas a trouxemos à tona para reflexão.

Outra realidade que se vê no Brasil, relacionada à pós-graduação, é a que diz respeito aos pós-graduados oriundos de, e ainda vinculados à, uma instituição de assistência técnica e extensão rural oficial. Eles finalizam seus cursos e retornam a sua instituição de origem para desenvolverem, na grande maioria das vezes, essencialmente as mesmas atividades que vinham desenvolvendo, antes de virem ao curso, ou seja, as de um extensionista rural, mas agora com o título de Mestre ou Doutor nas mãos. Qual o retorno que esses extensionistas pós-graduados dão, em termos de ciência e tecnologia, à sociedade que dispendeu muito dinheiro para qualificá-los? O treinamento

de extensionistas rurais ao nível de pós-graduação, em cursos de mestrado ou doutorado, deveria ser revisto com muita atenção, tanto por parte dos dirigentes de suas instituições empregadoras, quanto pelos coordenadores de cursos de pós-graduação, além de nós mesmos, professores-orientadores e pesquisadores nesses cursos. Do ponto de vista de suas atribuições funcionais na instituição, talvez fosse mais lógico que os extensionistas rurais fizessem cursos de especialização, ao invés de cursos regulares de mestrado ou doutorado, uma vez que, quando de seu retorno à instituição de origem, eles não irão desenvolver atividades de pesquisa (a não ser que as atribuições dos mesmo e os propósitos vigentes de suas instituições fossem mudados). Em se deixando as coisas na forma como elas estão, esta prática de treinamento de extensionistas rurais nos níveis de mestrado ou doutorado representará, sempre, um investimento muito caro para a sociedade, sem o devido retorno, resultando uma relação custo/benefício de tal investimento maior do que 1,0, falando-se em termos de pesquisa científica propriamente dita, única e exclusivamente.

Deduz-se de tudo o que foi questionado e comentado a respeito da pós-graduação no Brasil que, todos, as autoridades de educação, os coordenadores de cursos de pós-graduação, e nós, professores orientadores nesses cursos, precisamos admitir as falhas existentes e, efetivamente, fazermos alguma coisa a respeito, sob pena de estarmos disponibilizando para o mercado de trabalho especializado indivíduos pesquisadores que não têm o devido preparo para pensar e decidir bem e, decorrente disso, colocarem em prática ações de manejo e conservação do solo e da água, entre outras, de boa qualidade, cujos reflexos, provavelmente negativos, serão, em maior ou menor grau, sentidos pela sociedade. Situações como essas, poderão desvalorizar a classe dos cientistas de solo brasileiros. Vamos rever isto, então, senhores.

#### **1.2.4. O profissional de agronomia propriamente dito.**

##### **1.2.4.1. O professor de agronomia.**

Ao nosso ver, o professor de uma faculdade de agronomia é, na origem da questão, o profissional de agronomia mais importante, pois, dele, primariamente decorre a boa ou a má formação de um profissional de agronomia propriamente dito, qualquer que seja seu nível, isto é, um profissional de agronomia com formação apenas do curso de graduação ou um profissional de agronomia com formação também de um curso de pós-graduação. Se o professor de agronomia souber ensinar, orientar e educar bem, ele, em

princípio, estará formando um bom profissional de agronomia. Se ele não souber fazer isto, não formará um bom profissional de agronomia. Estes fatos, no entanto, poderão mais tarde serem revertidos, durante a fase de atuação profissional do indivíduo propriamente dita, dependente dele próprio.

Os aspectos mais importantes relacionados com o papel de um professor na formação de um profissional de agronomia já foram abordados anteriormente, quando da análise da formação regular de um profissional de agronomia (o engenheiro agrônomo, resultante de um curso de graduação) e de um profissional especializado de agronomia (o pesquisador, resultante de um curso de pós-graduação). Resta agora, talvez, apenas sumarizar conclusivamente tudo o que foi falado sobre a função mais nobre de um professor de agronomia, em relação às ações futuras de manejo e conservação do solo e da água no Brasil, entre outras, de boa qualidade, que possam ter reflexos positivos na sociedade.

O professor de uma faculdade de agronomia deve ter plena consciência de que ele é o elemento-chave na formação de um bom profissional de agronomia. Ele deve, necessariamente, ser efetivamente um professor de agronomia e não simplesmente um professor na agronomia. Ele deve ser mais engenheiro agrônomo no exercício de suas funções. Ele deve conviver mais com a realidade agrônômica, tanto no campo, quanto na cidade. E ele deve, também, despertar e inculcar no aluno sentimentos fortes de moral e ética, para o bom exercício das profissões de engenheiro agrônomo ou pesquisador, assim como da ética profissional em agronomia (tanto a agrônômica propriamente dita, quanto a científica).

#### **1.2.4.2. O engenheiro agrônomo.**

Como referido anteriormente, após ter sido graduado pela academia, o engenheiro agrônomo pode atuar de diversas formas. Excluindo sua atuação como professor e/ou pesquisador, já e ainda a ser um pouco mais comentada, em itens específicos adiante, resta-lhe ainda várias alternativas de trabalho, tais como em órgãos/empresas de assistência técnica ou de consultoria, públicos ou privados (particular ou empresa), empresas produtoras ou comercializadoras de insumos agropecuários (sementes, mudas, adubos, agrotóxicos, defensivos, inoculantes) ou de máquinas e implementos agrícolas, ou até mesmo estabelecer-se como agricultor, seja continuando a atividade até então desenvolvida pela família, seja iniciando a atividade por sua própria conta e risco. Os profissionais de agronomia envolvidos nessas diversas formas de atuação poderão ter apenas a formação superior regular (engenheiro agrô-

nomo) ou, além dela, a especializada (engenheiro agrônomo com curso de pós-graduação).

Mesmo que a formação básica do engenheiro agrônomo, somada ou não à formação especializada, tenha sido boa, é normalmente frequente, num primeiro momento, ou seja, no início de sua carreira, que o mesmo ainda sinta necessidade de treinamento específico em sua nova atividade. Independentemente de sua área de atuação, inegavelmente o engenheiro agrônomo é o elemento-chave na transferência do conhecimento científico gerado nas universidades e em outros órgãos de pesquisa, públicos ou privados. Ele deve ter formação e ética profissionais o suficiente para que, com lógica e bom senso, consiga realizar com sucesso esta sua nova e importante tarefa, considerando os diversos cenários em que ele poderá vir a atuar. Esta diversidade de cenários que ele poderá encontrar pela frente, certamente constitui-se uma das principais dificuldades no início da vida profissional do engenheiro agrônomo.

Graduado num Estado, como irá ele decidir quando surgir uma oportunidade de trabalho em outro Estado, cujas características fisiográficas e condições gerais relacionadas à agricultura são distintas daquelas onde ele foi graduado? Foi sua formação acadêmica voltada mais para os princípios básicos ou fundamentais da ciência agrônoma, ou foi ela voltada mais para os aspectos técnicos ou aplicados? Ou, ainda, procurou sua formação acadêmica contemplar, simultaneamente, estes dois enfoques, de forma equilibrada? Resumindo, é a formação acadêmica que ele recebeu suficiente para que ele possa enfrentar a realidade atual como um profissional de agronomia, às vezes bem diferente daquela dominante quando ele ainda se encontrava na condição de aluno de agronomia?

É praticamente consenso, hoje, entre os profissionais de agronomia, que a academia não tem condições de formar um profissional com sólidos, aprofundados e atualizados conhecimentos em todos os campos da ciência agrônoma. Também, é reconhecido que, enquanto aluno, o futuro profissional de agronomia nem sempre pode definir seu pretense campo de atuação. Caso isto fosse possível, ou houvesse muita possibilidade de vir a ser, ele poderia concentrar e/ou direcionar seus estudos para aquele campo do conhecimento de seu maior interesse (existem algumas faculdades de agronomia no Brasil em que isto é possível, mas na maioria delas não o é, possuindo um currículo único, volumoso e fechado, praticamente eliminando a possibilidade do aluno cursar disciplinas mais específicas, ao seu critério). Agrega-se a esta dificuldade imposta pela regionalização de sua formação acadêmica, a falta de experiência ou conhecimento técnico mais aprofundado e atualizado, relacionado com

a atividade que ele inicialmente irá desenvolver, obrigando-o, então, nesses casos, a realizar cursos extras ou estágios preparatórios. Neste aspecto, há que se considerar também a grande fragilidade à que está sujeito o profissional de agronomia ingressante no mercado de trabalho, em termos de remuneração financeira e de ética profissional.

Por sua vez, os engenheiros agrônomos que optarem por tornarem-se agricultores, estarão sujeitos às dificuldades iniciais, mas normais, diga-se de passagem, de adequação ao novo meio de trabalho (os casos mais frequentes são a resistência dos pais quanto à adoção de inovações tecnológicas, sugeridas pelos filhos engenheiros agrônomos, e sua adaptação aos usos e costumes da comunidade) e à instabilidade de preços do mercado, tanto para a compra de insumos, quanto para a venda de produtos gerados na propriedade. Estes mesmos problemas são, também, normalmente enfrentados pelos profissionais de agronomia que se dedicam à prestação de serviços de assistência técnica particular ou de assessoria à clientes.

Uma forma de se oportunizar uma nova alternativa de trabalho para o futuro engenheiro agrônomo, seria a de possibilitar ao estudante de agronomia uma formação acadêmica tal que ele pudesse vir a ser um indivíduo empreendedor, ou seja, um indivíduo capaz de planejar, estabelecer e gerir seu próprio empreendimento. Mesmo que o embasamento científico continue sendo fundamental para que ele consiga ser bem sucedido neste novo tipo de atividade, as faculdades de agronomia deveriam oferecer, em adição ao que já fazem, disciplinas específicas relacionadas e demandadas por aqueles que aspiram ser este indivíduo empreendedor, versando, por exemplo, sobre gerenciamento, administração de empresa, economia, propaganda e marketing, administração de pessoal e legislação, entre outras. Independentemente do tipo de atividade que venha a desenvolver e da sua audácia pessoal, é quase certo que, no início deste novo tipo de empreendimento, o indivíduo empreendedor irá necessitar de algum tipo de financiamento, seja por parte de alguma empresa, seja por parte do governo, o que, até agora, e ao que parece, nada ainda existe de forma regulamentada.

Quanto aos engenheiros agrônomos que optaram por trabalhar em órgãos oficiais de assistência técnica e extensão rural, eles têm relatado como principais dificuldades para o bom desempenho de suas funções as constantes mudanças impostas pelas suas direções. Isto, tanto em relação à filosofia de trabalho, quanto às orientações e ações a que estão sujeitos, em função de mudanças políticas locais e regionais. Da mesma forma, a instabilidade econômica em relação ao custo dos insumos e preço dos produtos gerados na propriedade, tem tornado a atividade desses extensionistas muito difícil,



devido às dificuldades em executar um planejamento local ou regional a médio e longo prazos.

Em função da chamada globalização e competitividade do mercado de trabalho, não raro os profissionais de agronomia são contratados por determinadas empresas como mera mão-de-obra barata e especializada (que até há pouco tempo era ocupada por técnicos de nível médio). Há que se considerar, no entanto, que a formação profissional de nível superior desses indivíduos engenheiros agrônomos custou caro à sociedade (no caso das universidades públicas) para que tais empresas contratantes obtenham apenas o lucro, além do que, de cuja exploração ou atividade econômica, poderá, às vezes, resultar apenas danos ambientais como saldo para a sociedade que, novamente, é a que terá que arcar com as consequências.

Uma melhoria realmente efetiva nas ações de manejo e conservação de solo e de água no Brasil vai depender do trabalho especializado de profissionais de nível superior, com formação voltada para tal fim. Julgamos que o profissional mais habilitado para realizar esta tarefa é o engenheiro agrônomo, o qual, no entanto, deverá possuir aquelas qualidades de natureza pessoal e de formação acadêmica como anteriormente caracterizadas. Mudanças positivas, do tipo como as que foram comentadas, precisam ser feitas, para que as ações futuras de manejo e conservação do solo e da água no Brasil, entre outras, sejam de boa qualidade e, decorrente disso, tenham reflexos positivos na sociedade. Caso contrário, provavelmente as coisas continuarão da forma como elas estão hoje, ou seja, não satisfatórias ou, até, poderão ficar piores. Com a palavra, os senhores dirigentes e os professores das faculdades de agronomia, assim como os próprios engenheiros agrônomos.

#### **1.2.4.3. O pesquisador de agronomia.**

Quanto ao pesquisador de agronomia, no caso em questão um pesquisador em ciência do solo, não resta dúvida de que ele é um indivíduo essencial no desenvolvimento e planejamento de ações de manejo e conservação do solo e da água, entre outras, de boa qualidade. Ele é o elemento-chave para as descobertas científicas. Ele é o cientista de agronomia. Em palavras de maior impacto, ele representa a esperança viva de um mundo melhor, com mais alimentos sobre a mesa e com um ambiente mais saudável. Para que ele seja um bom pesquisador, no entanto, ele deve, ao mesmo tempo, possuir aptidão (vocação) para pesquisa e capacidade intelectual para estudos avançados. Estes aspectos já foram devidamente abordados anteriormente. Em segundo lugar, ele deverá ter tido uma boa formação básica especializada, de

alto nível, também já comentada. Resta agora, talvez, tecer apenas algumas considerações no que se refere a sua consciência como pesquisador em agronomia, no caso em questão em ciência do solo, ou seja, um cientista que tem uma responsabilidade muito grande para com o bem estar da humanidade, de forma despretensiosa.

Têm nossos pesquisadores em agronomia a necessária consciência do que representa o fato de serem eles um pesquisador – um cientista, que representa a esperança viva da humanidade para melhorias na qualidade de vida, especificamente para melhorias na área de produção de alimentos oriundos da terra, sem degradar o ambiente? Pelo que se percebe e se sabe, existem pesquisadores que não têm esta devida consciência profissional, lamentavelmente. Parece, até, que se preocupam mais com suas individualidades, suas vaidades pessoais e interesses específicos. Não analisam devidamente se aquilo que estão fazendo em ciência contempla ou não uma necessidade ou prioridade real de pesquisa, praticamente ignorando o custo desta sua atitude para a sociedade. Parece que se preocupam mais com o inchamento de seus currículos, para satisfazerem suas vaidades pessoais e/ou candidatarem-se a uma, ou manterem a já existente, bolsa de produtividade em pesquisa do CNPq, sem levarem devidamente em conta se os resultados de suas investigações científicas irão ou não trazer benefícios reais para a sociedade (que os mantém e financia suas pesquisas, diga-se de passagem). Uma considerável porção deles não trabalha em grupo (recusam-se à pesquisa multidisciplinar), não se dando por conta de que, em assim procedendo, eles não irão crescer, nem como indivíduos, nem como profissionais, rigorosamente falando. Um indivíduo somente poderá crescer como indivíduo quando ele, consciente e despretensiosamente, estiver desejoso de repartir tudo aquilo que ele tem, de bom e de melhor, com seus semelhantes. Com o seu próximo, em última análise. Ele poderá, até, deliberadamente querer enganar a si mesmo, pensando fazer crer aos outros que ele está crescendo, mas, na verdade, ele não está e, também, não engana aos outros. Para este grupo de pesquisadores, a relação custo/benefício de suas pesquisas é, com certeza, consideravelmente maior do que 1,0. Seria bom para todos, para eles mesmos e para a sociedade, se eles repensassem suas atitudes e mudassem, para melhor, é claro, pensando um pouco mais no coletivo. Nós, do outro grupo, que pensamos mais na sociedade do que em nós mesmos, os estamos esperando há tempo, e com muita alegria os receberemos em nosso grupo. Venham, juntem-se à nós. Vamos crescer mais, juntos, trabalhando em grupo.

O bom pesquisador em agronomia, por conseguinte em ciência do solo, deve, também, conviver com a realidade agrônômica no campo, mais do que

se observa hoje no Brasil. Para isso, ele deve, necessariamente, ir ao campo, independentemente do tipo de pesquisa que vem desenvolvendo, seja ela de casa de vegetação, seja ela de laboratório. O pesquisador à portas-fechadas também precisa inteirar-se do que está acontecendo lá fora, no campo, mais e melhor do que ele vem fazendo hoje. Ele precisa sentir o “clima” local, lá, na propriedade rural, conversando de perto com o agricultor e com o extensionista que o assiste. Desta forma, ele poderá aferir melhor se os resultados de sua pesquisa (que, mesmo que ela seja do tipo à portas-fechadas, é tão importante e necessária quanto a de qualquer outro) estão ou não servindo seu propósito, o que lhe permitirá, então, rever o que vem fazendo e planejar melhor seus experimentos futuros. Independentemente de seu tipo, a pesquisa deve, sempre, ser norteadada por problemas vigentes e/ou esperados a existirem em curto prazo, e o melhor método para aferição da validade daquilo que vem se fazendo em pesquisa, em se tratando de pesquisa agrícola, é o da visita ao campo.

O pesquisador em agronomia deve, ainda, interagir com o público em geral, mais e melhor do que é observado hoje. Além de trocar idéias e experiências com seus colegas de profissão, ele deve também trocar idéias e experiências com aqueles profissionais que atuam nas empresas do ramo agrícola. Usualmente, temos a tendência de criticar os maus produtos agrícolas existentes no mercado. Mas, se ficarmos somente no campo da crítica, sem nos aproximarmos dos idealizadores e fabricantes desses produtos, alertando-os para o problema, se for o caso, certamente não iremos influenciar para a melhoria daqueles produtos que não satisfazem suas finalidades. Por outro lado, tais empresas precisariam ser mais receptivas às críticas dos pesquisadores e entenderem que, além do seu lucro financeiro, deveriam lembrar melhor de que elas também têm uma importante função social a cumprir.

Finalmente, chamamos a atenção dos pesquisadores em agronomia para a necessidade de promoverem e exercerem a ética científica, fundamental para a valorização da classe dos cientistas. A falta de maior credibilidade, hoje, na ciência agrônômica no Brasil, pode, em parte, estar relacionada à falta de promoção e exercício da ética científica por parte dos pesquisadores brasileiros.

## *2. Os palcos de atuação nas ações de manejo e conservação do solo e da água.*

### **2.1 Instituições de ensino.**

Em relação às instituições de ensino, sejam elas faculdades de agronomia isoladas ou integrantes de universidades, naquilo que se refere às ações

de manejo e conservação do solo e da água no Brasil, o essencial já foi dito quando comentou-se as formações regular (graduação) e especializada (pós-graduação) do profissional de agronomia, por meio da análise das funções de seus diretores e professores. Resta agora, talvez, apenas sumarizar conclusivamente o que já foi dito, e adicionar alguns fatos novos.

Num primeiro momento, chamamos a atenção das instituições de ensino e pesquisa para a necessidade de despojarem-se um pouco de suas vaidades institucionais e interagirem mais e melhor, não só entre si, mas também com as instituições exclusivas de pesquisa, instituições oficiais de extensão, sociedades científicas, órgãos de educação, órgãos de fomento e financiamento da pesquisa, entidades e associações de classe, empresas do ramo agrícola e o próprio governo. Esta interação é fundamental que seja feita, não só para o maior desenvolvimento da científico e tecnológico do país, como também para a própria formação profissional de seus alunos, seja ela no nível de graduação, seja no nível de pós-graduação. Isto porque, em assim procedendo, o aluno poderá, já desde cedo, ir construindo sua formação profissional com base na realidade das coisas e dos fatos, de modo que, quando na condição de um profissional recém formado, ele possa iniciar suas atividades já sabendo o que existe e o que lhe rodeia, que lhe poderá ser útil, tendo assim uma percepção clara do estado em que se encontram as coisas relacionadas à atividade profissional que ele está iniciando, naquele momento de sua vida, no seu país. A verdade é que, não raras vezes, os recém formados não só não sabem direito o que existe e o que lhes rodeia, por exemplo uma sociedade científica ou uma entidade de classe, como também desconhecem o estado em que se encontram as coisas que vão, em seguida, lhes dizer respeito e lhes serem úteis. E isto é ruim, pois desse desconhecimento poderá resultar um profissional de agronomia de nível superior em início de carreira tímido e inseguro e, por conseguinte, pouco produtivo e influente. Esta deficiência na formação do profissional de agronomia poderia ser facilmente sanada com a realização de palestras e seminários nas instituições de ensino, promovidos por elas mesmas, mas realizados por profissionais de outras instituições, entidades, órgãos, empresas, etc., versando sobre aqueles assuntos atuais mais importantes ligados à agronomia, porém de natureza extra-acadêmica. Dizer, por exemplo, ao formando, coisas do tipo: "...lá fora a situação, hoje, está assim, e as perspectivas são de que...", de modo que ele não pague tributos já no início de sua carreira, por desconhecimento das coisas e dos fatos, ou por ingenuidade sua não alertada.

Outro aspecto que merece ser comentado é o que diz respeito à inexistência de uma disciplina específica, porém de conteúdo holístico, versando

sobre o tema “manejo e conservação do solo e da água”, em algumas instituições de ensino superior em agronomia no país. Agrava-se mais ainda a situação quando, além da falta de uma disciplina desta natureza, não existe na instituição, sequer, um pesquisador no tema, mesmo que em outra área existam dois ou mais deles, no mesmo campo de conhecimento, ou seja, em ciência do solo. Se realmente existe a necessidade de desenvolver mais as atividades relacionadas com o tema “manejo e conservação do solo e da água” num dado local, e pela natureza do assunto ela sempre existe, os diretores e chefes de departamento das instituições de ensino deveriam, necessariamente, exercerem esforços no sentido de sanar tal deficiência. Mais uma vez, revela-se que, em se mantendo este estado de coisas, os interesses maiores, coletivos, não estão sendo devidamente considerados.

Outra ação essencial a ser implementada, também da alçada das faculdades de agronomia, é a que diz respeito à discussão do perfil de um engenheiro agrônomo à luz das necessidades atuais, se poderia ser ele um perfil único, para um conjunto de instituições de ensino de uma mesma região ou Estado, ou se deveria ficar ele ao critério de cada instituição de ensino. Debates neste sentido deveriam ser amplamente promovidos por estas instituições, num primeiro momento somente entre seus dirigentes, mas posteriormente estendendo-os a todos aqueles que, de uma forma ou outra, se envolvem com a atividade agrônômica, para discutir qual o perfil de engenheiro agrônomo mais adequado para o atendimento das necessidades de um Estado ou região, ou mesmo do país, à luz do desenvolvimento agrícola atual e de suas perspectivas a curto, médio e longo prazos.

Finalmente, não menos importante, pensamos que as instituições de ensino deveriam ainda promoverem ações no sentido de despertar e inculcar no aluno sentimentos fortes de ética profissional, para a defesa dos interesses da classe, coisa que, hoje, é muito pouco, ou quase nada, falada nas faculdades de agronomia. É lamentável que isto esteja ocorrendo nas nossas instituições de ensino. No entanto, isto poderia muito bem ser corrigido por meio da criação de uma disciplina e/ou ciclo de palestras específicas, versando sobre a importância da ética profissional em agronomia. Não há muito o que contestar quando ouve-se dizer que o conceito do profissional de agronomia no Brasil está, hoje, bastante desgastado. E a origem deste fato pode estar exatamente aqui, ou seja, na falta de promoção de ética profissional entre os alunos, enquanto ainda nos bancos da academia.

## 2.2. Instituições de pesquisa.

Quanto às instituições de pesquisa, sejam elas faculdades de agronomia (isoladas ou integrantes de universidades), sejam institutos ou empresas, de âmbito federal ou estadual, naquilo que se refere às ações de manejo e conservação do solo e da água no Brasil, alguns comentários não poderiam deixar de serem feitos, independentemente da existência ou não de certos fatos e da proporção em que eles ocorrem.

Fundamentalmente, estão em cena aqui o diretor e o pesquisador da instituição de pesquisa, influenciados ou não, em maior ou menor grau, por políticas administrativa e governamental local, regional e/ou central. O diretor pode ser influenciado por políticas de quaisquer natureza e nível, e o pesquisador, por sua vez, pelo diretor, em maior ou menor grau, em cadeia. Ao nosso ver, esta ingerência política na direção da instituição e, por sua vez, a influência desta no pesquisador, não são boas. Isto porque, na maior parte das vezes, tais influências têm, de uma forma ou de outra, forte conotação político-governamental e, decorrente disso, todos aqueles interesses outros que não os maiores da instituição estão nela envolvidos. E isto não deveria acontecer. Pelo menos ao ponto de interferir no propósito maior da instituição, qual seja, o de desenvolver pesquisas agrícolas para a solução de problemas vigentes e/ou prevenir futuros problemas, atendendo as necessidades da sociedade como um todo, seja ela a rural, seja ela a urbana, indistinta e destituidamente de qualquer interesse outro que não o de, primeiramente, suprir o agricultor com informações científicas aplicáveis, de modo que ele possa não só produzir mais alimentos, como também de melhor qualidade, para o homem e para os animais. O agricultor deve se constituir no alvo onde vão culminar todas as ações originadas dos resultados da pesquisa. Em assim interpretando, e agindo, não só se estará, por meio do agricultor, melhorando e mantendo a capacidade produtiva das terras agrícolas e, decorrente disso, produzindo mais alimentos, de melhor qualidade, como também estarão sendo evitados, ou minimizados, os possíveis danos ambientais decorrentes das atividades agrícolas (sedimentação e poluição de água). Um bom dirigente de uma instituição de pesquisa, seja qual for o tipo da mesma, deve, necessariamente, exercer esforços no sentido de fazer cumprir o objetivo maior de sua instituição, exigindo do pesquisador, se for o caso, e dentro de limites, que ele assim o faça. O pesquisador deve, sem dúvida alguma, ter liberdade de pensamento e de ação, mas suas ações deverão, sempre, serem norteadas pelo propósito maior de sua instituição.

Pelo que se percebe e se sabe, o que foi comentado acima nem sempre acontece como deveria acontecer. De uma forma ou de outra, por uma razão ou por outra, a pesquisa é, às vezes, voltada mais para o atendimento de interesses específicos, seja de um indivíduo em particular, ou grupo de indivíduos da mesma instituição, seja da instituição como um todo. Sabemos que é delicado falar nisto, mas precisamos admitir a existência desse estado de coisas e, com franqueza, dizê-lo, com o intuito de, apenas, chamar a atenção para o fato. O pressuposto é não somente não fazê-lo, como também não permiti-lo que seja feito, nunca, por questões de princípios, morais e éticos, obviamente.

O fato mais importante a ser comentado, no entanto, em relação às instituições de pesquisa agrícola no país, é o que diz respeito à falta de integração na pesquisa, tanto entre os pesquisadores, mesmo dentro de uma mesma instituição, quanto entre as próprias instituições, o que é de se lamentar, sob todos os aspectos. Rigorosamente falando, e a bem da verdade, a falta de integração na pesquisa agrícola no Brasil ultrapassa os limites do aceitável, desculpem-nos pela franqueza os pesquisadores e dirigentes das instituições de pesquisa. Ela é demais. Resulta disso, além de duplicações de trabalhos de pesquisa, dispêndios de recursos financeiros e humanos elevadíssimos e desnecessários. E, o que é pior ainda, os resultados obtidos, não raras vezes, são de qualidade duvidosa. Por conseguinte, a aplicação dos mesmos fica limitada, resultando em muito pouco benefício para a sociedade, comparativamente ao que poderia ser atingido se houvesse uma boa integração na pesquisa.

É de espantar a falta de integração entre os pesquisadores agrícolas brasileiros, mesmo dentro de um mesmo departamento, numa mesma instituição de pesquisa. Um fato que chama muito a atenção, diz respeito ao próprio tema em questão, ou seja, a pesquisa em “manejo e conservação do solo e da água”. Como já falado, pesquisar neste tema requer, necessariamente, multidisciplinaridade. Corretamente, pesquisadores dos mais variados ramos da ciência do solo deveriam realizar parte de seus estudos num mesmo experimento, especificamente planejado para uma dada finalidade, de forma integrada, ou seja, sem perder a visão do todo. Somente assim é que poderá ser definida a eficácia completa de um dado sistema de manejo agrícola. Em se continuando as coisas da forma como elas estão hoje, onde cada pesquisador faz sua própria pesquisa, isoladamente, atentando somente para aqueles aspectos que lhe diz respeito, no seu campo específico de conhecimento, jamais poder-se-á inferir sobre a eficácia e qualidade integrais de um dado sistema de manejo. A prova do que estamos falando é a realidade que aí está, hoje, no Brasil. Só não a vê quem, deliberadamente, não a quer ver. E enquanto

os pesquisadores agrícolas desfilam por aí, nos eventos científicos e outros fóruns, elegantemente vestidos e de narizes demasiadamente empinados, degladiando-se por suas pesquisas, suas publicações e seus currículos, motivados por suas vaidades pessoais, o agricultor continua lá, na lavoura, de roupas rotas e de crista baixa, sem saber o que usar da pesquisa, a produtividade agrícola continua aquém do que poderia se atingir e os danos ambientais (erosão, sedimentação e poluição de água) galopam soltos. Por que isto? É de se admitir isto? Por que estas faltas de consciência e sensibilidade nossas, pesquisadores agrícolas brasileiros? Por que esta relutância nossa ao trabalho integrado, em equipe? Nós sabemos muito bem por que. Sim, senhores, nós sabemos. Nós sabemos que isto ocorre porque nós colocamos nossas vaidades e interesses pessoais acima de qualquer coisa. Nós sabemos que isto ocorre porque, lá no fundo, bem no fundo, nós não estamos muito preocupados com o coletivo, com os interesses maiores, que são os interesses da sociedade como um todo, no caso a sociedade brasileira. Nós sabemos que isto ocorre porque nós olhamos em nós, mais do que em nossa volta. Nós fortemente evocamos a sociedade quando queremos criticar e mudar os governos, quando eles não nos satisfazem, o que está correto. Mas não está correta a nossa atitude em, regularmente, evocarmos alto a sociedade e o trabalho integrado quando escrevemos os nossos projetos de pesquisa para solicitar auxílios financeiros e bolsas, como, por exemplo, de iniciação científica, pós-graduação e/ou produtividade em pesquisa do CNPq, para realização dos mesmos e, após termos conseguido o que solicitamos, esquecemos a sociedade e o trabalho integrado que evocamos e fazemos, mais uma vez, a mesma pesquisa, no nosso mesmo cantinho, novamente sozinhos, sem a necessidade de enfrentarmos as dificuldades (normais, diga-se de passagem) do trabalho em equipe. Isto precisa mudar. Isto não pode continuar assim. Pensamos que as autoridades dos órgãos financiadores da pesquisa no país deveriam ser mais rigorosas no acompanhamento e avaliação dos resultados obtidos dos projetos à elas propostos e contemplados com recursos financeiros e/ou humanos, de modo a, efetivamente, poder monitorar melhor a eficiência de utilização dos mesmos. Os resultados obtidos e relatados deveriam ser rigorosamente confrontados com os resultados e benefícios pressupostamente esperados. Em assim procedendo, estar-se-ia garantindo a melhor utilização dos recursos públicos, pelo menos aqueles destinados à pesquisa, neste país. Vamos, pois, todos, exercer esforços no sentido de mudar isto também.

De forma mais evidente ainda, em relação ao que foi comentado acima, é a falta de integração entre as instituições de pesquisa agrícola no país. Isto, como já foi falado, resulta em duplicações e sobreposições de trabalhos de



pesquisa, que não deveria acontecer. Os prejuízos decorrentes desta prática são de mesma natureza como os anteriormente comentados, ou seja, resultados de pesquisa obtidos com gastos financeiros elevados e praticamente desnecessários, longe de possuírem a qualidade e a eficiência desejadas. Os dirigentes das instituições de pesquisa de um Estado ou região, assim como seus pesquisadores, deveriam reunir-se e discutirem planos globais de pesquisa, integrados, que pudessem ser colocados em prática de forma organizada e eficaz, de modo tal que as necessidades reais em agricultura daquele Estado ou região pudessem ser satisfeitas da melhor forma e no menor espaço de tempo possíveis. Numa época em que se fala tanto em globalização, sustentabilidade, agroecossistemas, e tantas outras coisas mais, que causam admiração e impacto na sociedade, por que não se fala também, no mesmo grau de intensidade e com o mesmo entusiasmo, em racionalização e otimização da pesquisa agrícola e dos recursos (financeiros e humanos) para sua execução? Muitas vezes, a bem da verdade, nós “pregamos moral de cuecas”, desculpem-nos pela expressão os mais sensíveis, mas julgamos que ela é a que mais se adequa no momento. Precisamos mudar isto também, da mesma forma como quando falamos da falta de integração entre os pesquisadores, dentro de uma mesma instituição de pesquisa. Aqui, há necessidade das instituições de pesquisa agrícola no país despojarem-se um pouco de suas vaidades institucionais e pensarem mais no coletivo, nos interesses maiores, que são de direito da sociedade, seja ela a rural, seja ela a urbana. Afinal de contas, é a sociedade quem paga nossos salários, nossas bolsas de produtividade em pesquisa do CNPq, nossas bolsas para realização de cursos no exterior, as bolsas de nossos orientados de iniciação científica e de pós-graduação, os auxílios financeiros que recebemos para fazer nossas pesquisas e os auxílios financeiros que recebemos para participar e expor nossos achados científicos nos eventos afins no país e no exterior. Então, nada mais justo do que, em primeiro lugar, beneficiar à ela com os resultados de nosso trabalho científico. Não concordam com isto, também, os senhores?

### 2.3. Instituições de extensão.

De modo geral, verifica-se ainda no Brasil que as instituições de assistência técnica e extensão rural de caráter público estão estreitamente vinculadas aos programas de governo, os quais, na maioria das vezes, mudam de quatro em quatro anos. Muitas ações e programas de boa qualidade implantados num dado governo, são abandonados ou têm sua prioridade diminuída no outro governo, simplesmente porque este e seus assessores assim o decidiram,

muitas vezes verticalmente, de cima para baixo, sem nenhuma consulta prévia aos indivíduos idealizadores dos mesmos e que ainda se encontram neles diretamente envolvidos, como os profissionais de agronomia e os agricultores.

Devido às dificuldades econômicas que os pequenos e médios produtores rurais enfrentam, o serviço de extensão agrícola prestado por estes órgãos públicos é a forma que ainda resta para fazer chegar a eles os conhecimentos gerados nas universidades e outros centros de pesquisa. No entanto, devido ao grande número de agricultores nesta situação, tornou-se praticamente inviável o atendimento personalizado por parte destes técnicos. Às vezes, nem mesmo o atendimento em massa já é mais possível, como, por exemplo, a um grupo de produtores. Em muitos casos, a atividade do extensionista local resume-se, hoje, a trabalhos de natureza meramente burocrática, feitos em escritório. O propósito maior, pressuposto na função de um extensionista agrícola, é o de acessar e conhecer tecnologias, levando-as ao campo e discutindo-as, implantando-as e avaliando-as em comum acordo com os produtores. Hoje, lamentavelmente, em alguns locais, esta função é realizada por empresas particulares, nacionais ou estrangeiras, que, logicamente, levam aos agricultores somente aquelas tecnologias que lhes interessam e lhes geram lucros imediatos, sem, muitas vezes, atentarem para os princípios conservacionistas e fatores humano e cultural locais.

A assistência técnica particular, prestada por profissionais autônomos ou empresas privadas, normalmente é dirigida aos produtores de maior porte. Esta atividade de extensão pode constituir-se apenas numa oficialização de uma demanda já elaborada pelos próprios agricultores, ou numa verdadeira assistência técnica. Em virtude de uma maior exigência do mercado, este tipo de atividade requer profissionais com mais experiência e, no nosso entender, deveria constituir-se numa alternativa a qual todo o produtor rural pudesse ter acesso, ou seja, que ele pudesse procurar um profissional de agronomia de sua confiança para lhe prestar assistência e, ao mesmo tempo, tivesse condições para remunerá-lo condignamente com os resultados compensadores advindos de sua atividade no meio rural. Caso nossa agropecuária permitisse condições para comportar esta atitude, ou houvesse, a curto prazo, algum incentivo governamental para tal, poder-se-ia aumentar o mercado de trabalho para os profissionais de agronomia, a rentabilidade das propriedades rurais e, inclusive, a formação de parcerias entre técnicos e agricultores. O resultado disto seria uma reversão do quadro atual, ou seja, ao invés do técnico procurar o agricultor para implantar uma determinada técnica ou cultura, os agricultores é que procurariam o técnico para resolver um problema específico ou planejar suas atividades a médio e longo prazos. Além de, certamente, propiciarem

um incremento na produtividade da terra, atitudes como estas levariam a uma melhoria nas ações de manejo e conservação do solo e da água. Outra implicação, com resultado positivo, poderia ser a de que muitos filhos de produtores rurais iriam sentir-se estimulados a permanecerem na atividade agropecuária. Agricultores melhor assistidos técnica, social, econômica e culturalmente, resultarão numa sociedade rural politicamente mais atuante e exigente, economicamente mais desenvolvida e socialmente mais justa.

Outro fato relevante a considerar, hoje, é a ação da mídia como formadora de opinião técnica no meio rural, seja ela via redes de televisão, jornais, revistas ou internet, geralmente imbuída dos melhores propósitos para contribuir com a melhoria de vida dos agricultores. No entanto, como normalmente são atividades veiculadas a nível nacional, ou mesmo numa grande região, poderão haver interpretações errôneas por parte dos agricultores em relação a uma dada técnica ou nova atividade que a mídia tem a intenção de difundir. Isto pode, em algumas situações, resultar em prejuízo do trabalho desenvolvido pelos extensionistas locais, pois os produtores rurais podem ser induzidos a adotarem culturas ou técnicas não recomendadas para aquela região específica ou, no mínimo, não obterem sucesso no grau daquela expectativa difundida pela mídia. Caso isto ocorra, ou seja, um resultado negativo a um ou mais produtores, a culpa, inevitável e fatalmente, recairá sobre a classe agrônômica, lamentavelmente. Este estado de coisas na esfera de atuação da extensão rural brasileira precisa mudar, definitivamente. Os dirigentes destas instituições, as entidades e associações de classe, os engenheiros agrônomos em geral e nós, pesquisadores brasileiros, todos, precisamos fazer alguma coisa a respeito. Não podemos permitir que a assistência técnica e extensão rural no Brasil sejam feitas por empresas não verdadeiramente comprometidas com a função social brasileira mas que, pela mídia, estão à elas associadas.

#### 2.4. Entidades e associações de classe.

Julgamos interessante abordar aqui alguns aspectos relacionados especificamente com as sociedades estaduais de agronomia e com as associações municipais e regionais de engenheiros agrônomos que, mesmo que indiretamente, têm muito a ver com as ações de manejo e conservação do solo e da água, entre outras, no Brasil.

Num primeiro momento, destacamos a necessidade destas entidades e associações de classe promoverem mais e melhor o exercício da ética profissional agrônômica entre seus associados. Como já comentado, a classe de engenheiros agrônomos no Brasil está, hoje, consideravelmente desvaloriza-

da. Em considerável parte, isto deve-se à falta de ética profissional. E estas entidades e associações de classe têm, entre outras, a função primordial de zelarem muito por isso, razão pela qual lembramos às mesmas desenvolverem mais efetivamente ações neste sentido.

No que diz respeito às ações de manejo e conservação do solo e da água em si, entre outras, estas entidades e associações de classe deveriam promover debates entre agricultores, técnicos e pesquisadores, para tomar posição quanto a assuntos técnicos de natureza polêmica, no campo da agronomia. Para exemplificar, há uns quinze anos, no sul do Brasil, surgiu a polêmica relacionada com a implantação de terraços do tipo, assim denominado, “murundum”, como prática mecânica de controle da erosão hídrica nas lavouras agrícolas que, diga-se de passagem, era destituída de qualquer fundamentação científica ou, mesmo, bom senso, da forma como ela era disseminada: “ - os terraços tipo “murundum” são indispensáveis para o controle da erosão hídrica, independentemente de situações”. Similarmente, existe hoje a polêmica relacionada com a retirada dos terraços convencionais das lavouras agrícolas, seguida da semeadura morro acima e morro abaixo, quando adotado o método de preparo do solo e semeadura denominado sem preparo do solo ou semeadura direta, idéia que, também, carece de qualquer fundamentação científica ou, mesmo, bom senso, da forma como ela vem sendo disseminada: “ - os terraços não são necessários para o controle da erosão hídrica se usada a semeadura direta como técnica de preparo do solo e semeadura, podendo ser eliminados e, inclusive, fazer-se a semeadura morro acima e morro abaixo, independentemente de situações”. Vê-se, em qualquer um dos exemplos citados, o absurdo e a insensatez embutidos na idéia, do ponto de vista científico, permitido e generalizado, no entanto, pela não discussão prévia do assunto entre profissionais de agronomia (engenheiros agrônomos e pesquisadores) e agricultores, o que poderia ser evitado se as sociedades de agronomia e/ou as associações de engenheiros agrônomos assumissem e desenvolvessem melhor suas funções, procurando mostrar a realidade dos fatos e tomando posição a respeito, como representantes legítimos da classe que são. Mesmo que seja especificamente comentado adiante, lembramos aqui também o papel da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, tendo em vista que o assunto em questão é de competência da pesquisa em solos.

Outro aspecto importante a comentar, também relacionado com o papel destas entidades e associações de classe, é o que diz respeito à promoção de ações para retro-alimentar o ensino e a pesquisa agrônômicos. Tais entidades e associações poderiam contribuir muito para a melhoria do ensino e o avanço da pesquisa em agronomia se elas promovessem ações regulares entre seus

associados, com o objetivo de avaliar o assim denominado “estado da arte” nestes dois tipos de atividade. Por exemplo, serão os problemas agrônômicos atuais, ou previsíveis, satisfatoriamente solucionados pelo engenheiro agrônomo que está hoje sendo formado, ou deverá ele possuir outra qualificação além daquela que lhe vem sendo dada nas faculdades de agronomia? Estão os problemas agrônômicos atuais, ou previsíveis, sendo devidamente investigados pela pesquisa agrícola em vigor, ou deve ela abrir novas linhas de pesquisa? Questionamentos deste tipo poderiam ser discutidos em fóruns específicos, promovidos por estas entidades e associações de classe, e os resultados e conclusões dos mesmos retornados às instituições de ensino e pesquisa para avaliação. Em assim procedendo, as coisas seriam continuamente ajustadas, num processo contínuo de retro-alimentação do ensino e da pesquisa, por meio das ações destas entidades e associações de classe.

Julgamos que ações neste sentido seriam relativamente fáceis de serem implementadas, e com resultados positivos. É uma questão de se pensar e discutir, senhores administradores destas entidades e associações de classe, assim como senhores diretores e professores de faculdades de agronomia e senhores pesquisadores de instituições de pesquisa agrícola deste país. Vamos refletir sobre isto e, pelo menos, tentar fazer alguma coisa a respeito.

## 2.5. Sociedades científicas.

As sociedades científicas, de modo geral, poderiam contribuir mais do que fazem hoje para o desenvolvimento da ciência e tecnologia no país, se determinadas ações fossem colocadas em prática pelas mesmas com maiores regularidade e intensidade.

Num primeiro momento, chamamos a atenção para a necessidade destas sociedades promoverem mais e melhor o exercício da ética científica, fundamental para a valorização da classe dos cientistas, qualquer que seja ela. Julgamos que a ética entre os cientistas brasileiros, no caso em questão o que se dedicam à ciência do solo, poderia ser consideravelmente melhorada. Precisamos admitir isto. Julgamos que a Sociedade Brasileira de Ciência do Solo deveria criar fóruns específicos para discutir este assunto. É imperioso que se faça isto, pois, parece, os próprios cientistas de solo brasileiros estão primando pela divisão dos vários ramos da ciência do solo, mais do que pela sua integração, colocando individualidades e interesses menores acima de qualquer coisa. Sabemos que poderão surgir indignações e relutâncias ao que estamos dizendo, mas, a bem da verdade, esta é a pura verdade. Senhores dirigentes da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo e caros colegas cientistas

de solo deste país, vamos exercer esforços para mudar isto, para o bem estar de todos, da sociedade e nosso.

Outra ação importante relacionada com o papel de uma sociedade científica, no caso a Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, seria a promoção de debates entre os pesquisadores em ciência do solo, para posicionarem-se, por meio dela, como sociedade científica que nos representa, quanto à ações ou assuntos polêmicos em ciência do solo, para conferir maior credibilidade aos cientistas de solo e às pesquisas por eles desenvolvidas, tanto por parte dos técnicos e agricultores, quanto da sociedade em geral. Julgamos que o posicionamento de uma sociedade científica frente a um assunto polêmico é necessário de ser feito e fundamental para a valorização da classe dos cientistas, conseqüentemente da ciência e da tecnologia, em qualquer país do mundo. Senhores dirigentes da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo e caros colegas pesquisadores em solos, vamos pensar sobre este assunto com mais seriedade e fazer alguma coisa a respeito.

Pensamos ainda que, também da alçada de uma sociedade científica, no caso em questão da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - SBCS, existiria a necessidade da mesma em promover ações no sentido de possibilitar a elaboração de relatórios técnicos, relacionados com o uso do solo para fins agrícolas, e que requeiram ações governamentais, para posterior encaminhamento dos mesmos às autoridades competentes, para tomada de providências. No entanto, para que isto realmente surta algum efeito, a requerente (SBCS) deveria exigir de tais autoridades governamentais posicionamento a respeito, uma vez que ela, como sociedade científica em ciência do solo que é, representa a principal signatária dos recursos naturais solo e água deste país.

Uma outra ação que poderia ser implementada pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, é a que diz respeito ao levantamento das reais necessidades e prioridades de pesquisa agrícola no país, no campo da ciência do solo. Numa primeira etapa, tal levantamento poderia ser feito a nível regional e, posteriormente, os vários deles poderiam ser confrontados e agrupados de tal modo que fosse possível a elaboração de um mapa nacional, mostrando as principais necessidades de pesquisa em solos no Brasil e suas respectivas prioridades de atendimento. Tal mapa com as reais necessidades e prioridades de pesquisa em ciência do solo para o país, por sua vez, poderia ser posteriormente usado pelas instituições e órgãos financiadores de pesquisa no país, para melhor embasamento no processo de tomada de decisões quando da análise dos pedidos de recursos para pesquisa e/ou bolsas de estudo. Desta forma, poder-se-ia regular melhor a concessão de recursos para a pesquisa, desclassificando aqueles projetos que não contemplam uma real necessidade

de pesquisa para o país, em favorecimento de outros que satisfazem todos os requerimentos. Lamentavelmente, sabe-se que, algumas vezes, são concedidos recursos para projetos que não contemplam uma real necessidade e prioridade de pesquisa para o país, em detrimento de outros que assim o fazem.

Também, muito relacionado com o papel de uma sociedade científica, no caso em questão a Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, está o que já há muito tempo vem sendo falado, mas efetivamente nunca discutido ou atacado, ou seja, o saldo dos eventos científicos realizados no país, no campo da ciência do solo. Nossos eventos científicos não têm surtido o efeito que deveriam surtir, no que diz respeito ao efetivo aproveitamento dos resultados neles apresentados e discutidos. Isto, não é nenhuma novidade, diga-se de passagem, pois acreditamos que todos vocês irão concordar conosco. Então, o que fazer para que tais eventos científicos realmente surtam o efeito desejado? Reconhece-se que as sociedades científicas têm contribuído muito para difundir os conhecimentos gerados nas instituições de pesquisa no Brasil. No entanto, no nosso entender, há necessidade de se repensar e reformatar os eventos científicos brasileiros no campo da ciência do solo e, certamente, em outros campos também. Congressos, encontros, reuniões, seminários, simpósios, etc., a nível nacional, mesmo por área específica de conhecimento, poderiam ser reservados somente para a discussão daqueles temas nacionais, importante para todos, como, por exemplo, metodologias de pesquisa, posicionamentos frente a assuntos científicos de interesse nacional, articulações de congressos regionais ou estaduais, intercâmbios entre sócios e outros pesquisadores, discussões com dirigentes de entidades e associações de classe a respeito das atividades profissionais relacionadas com uma dada área do conhecimento específico, e assim por diante. Os eventos regionais ou estaduais, por sua vez, poderiam ser reservados para apresentação dos resultados de pesquisa propriamente ditos (nas formas oral e pôster), assim como para discussão de temas de abrangência mais localizada, regional ou estadual. Nestes, seria interessante também reservar horários especiais para diálogo e troca de experiências com agricultores, técnicos e pessoal das empresas do ramo agrícola, entre outros.

Pensamos que a consideração das sugestões acima, por parte da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, poderá propiciar uma efetiva contribuição para que as ações de manejo e conservação do solo e da água no Brasil, entre outras, no campo da ciência do solo, possam ser implementadas com sucesso. É uma questão de, pelo menos, se pensar. Com a palavra, os senhores dirigentes da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.

## 2.6. Órgãos de fomento e financiamento de pesquisa.

Estes, também têm um importante papel nas ações futuras relacionadas com o manejo e a conservação do solo e da água, entre outras, no Brasil, visto que, de suas decisões, resultará ou não a implementação de projetos de pesquisa que irão gerar informações para o melhor embasamento das recomendações sobre o assunto.

Para que as decisões sobre a concessão ou não de recursos financeiros para execução de determinados projetos de pesquisa, ou para implementação bolsas de pesquisa solicitadas para sua execução, sejam as melhores possíveis, seria interessante que estes órgãos constituíssem seus corpos de consultores “ad hoc” com profissionais experientes, de comprovada capacidade científica e longa vivência profissional em suas áreas de atuação específicas, no caso aquelas inseridas no campo da ciência do solo. Consultores com estas credenciais, em princípio, teriam melhores condições para julgar qualidade nas solicitações, o que resultaria em melhor equivalência entre o que é concedido e o que será feito com o que foi concedido. Aos poucos, os pesquisadores mais jovens e produtivos seriam integrados ao corpo de consultores mais experientes. A idéia aqui é evitar a concessão de recursos aqueles pesquisadores que, eventualmente, submetem projetos de pesquisa e publicam artigos científicos tendo em mente a formação de currículos, para satisfazerem suas vaidades pessoais ou candidatarem-se a uma bolsa de produtividade em pesquisa do CNPq, mais do que para atenderem uma necessidade de pesquisa propriamente dita. Lamentavelmente, isto acontece no Brasil.

Outra ação que também poderia ser implementada pelos órgãos financiadores de pesquisa no país, intimamente associada à anterior, seria a utilização de um mapa nacional contendo as reais necessidades e prioridades de pesquisa para o país, como aquele referido anteriormente quando comentamos o papel das sociedades científicas, no caso da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. De posse de um mapa como este, as decisões no julgamento dos pedidos de recursos para pesquisa ou bolsas de estudo seriam mais acertadas do que elas são hoje, sem dúvida alguma.

Recomendamos, pois, que as sociedades científicas e os órgãos de fomento e financiamento de pesquisa no país analisem e discutam as questões acima levantadas, de modo tal que ações de boa qualidade possam ser delas derivadas e colocadas em prática. Com a palavra, os senhores dirigentes destas instituições.



## 2.7. Empresas do ramo agrícola.

Estas empresas também têm um papel importante nas ações de manejo e conservação do solo e da água, entre outras, no Brasil. No entanto, tem-se constatado que, especialmente nos últimos anos, as empresas do ramo agrícola têm procurado desenvolver suas próprias pesquisas ou experimentos, porém, logicamente, objetivando resolver somente aqueles problemas diretamente relacionados com os produtos que elas vendem e/ou comercializam. Esta prática, em muitos casos, fez com que a interação destas empresas com os profissionais e entidades técnico-científicas de agronomia ficasse cada vez mais reduzida e, inclusive, tendo sido perdida a complementaridade de ações. Isto deveu-se, em parte, à tentativa de redução de custos destas empresas, imposta pelo mercado. Por outro lado, tem sido frequente também a queixa destas empresas quanto a demora e, até, impossibilidade de execução de trabalhos conjuntos com as entidades formais de pesquisa (as públicas, especialmente), principalmente pela burocracia envolvida nas mesmas. Perdeu-se, assim, no nosso entender, uma importante oportunidade de intercâmbio e uma possível fonte de financiamento para a solução conjunta de muitos problemas de natureza agrônômica. No entanto, parece-nos bastante claro que tais pesquisas conjuntas, uma vez viabilizadas, deveriam atender as necessidades da sociedade como um todo, necessariamente, e não constituírem-se somente num acordo entre o pesquisador (remunerado com dinheiro público) e a empresa (às vezes estrangeira, com claras intenções de lucro imediato).

Mesmo que tenha sido enfraquecida a interação entre as empresas do ramo agrícola e os profissionais e entidades de agronomia, uma retomada de posição, de ambas as partes, seria muito salutar que se fizesse, pois haveriam ganhos para os dois lados. Vamos, então, fazer isto.

## III. TIPOS DE EXPLORAÇÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS NO BRASIL – *um resumo das ações de manejo e conservação do solo e da água já colocadas em prática no país.*

Para uma melhor abordagem das perspectivas do manejo e da conservação do solo e da água no Brasil, é interessante fazer antes uma breve análise da evolução histórica dos principais tipos de exploração dos recursos naturais solo e água no último século, em nosso país. No entanto, como referido anteriormente, a ênfase na nossa abordagem estará especificamente direcionada à agricultura praticada em lavouras com culturas anuais em fileiras, para a

produção de grãos, uma vez que, sob esta condição, é que normalmente se verificam os maiores problemas de degradação do solo, notadamente a erosão. Seis tipos de exploração agrícola das terras de cultivo utilizados no Brasil podem ser distinguidos, como a seguir apresentados.

#### **A. Exploração colonial.**

Esta fase ocorreu principalmente nas regiões sul e sudeste do Brasil. Ela foi caracterizada pela falta de assistência técnica e estudos locais que pudessem contrapor-se às experiências trazidas pelos agricultores imigrantes de seus locais de origem. O manejo empregado no uso agrícola da terra resultava em degradação do solo, principalmente devido à derrubada da mata e/ou roçada da vegetação existente, seguido de queimadas. Esta degradação do solo, no entanto, era parcialmente compensada pelo baixo grau de mobilização do mesmo, devido à pobre e incipiente mecanização agrícola na época, grande diversificação na exploração de culturas e animais e rotatividade das áreas exploradas, em função da inexistência ou dificuldade de aquisição de insumos químicos.

#### **B. Exploração mecanizada, com alto grau de mobilização do solo, sem atribuir a devida importância à cobertura do solo.**

Esta fase foi caracterizada pela continuação do uso do fogo para manejar os resíduos culturais e pela utilização intensiva de arados e grades niveladoras de discos para preparar o solo. A inexistência ou dificuldade de aquisição de herbicidas pós-emergentes e semeadoras-adubadoras capazes de trabalhar em solos com resíduos na superfície, bem como a tradição e a experiência dos agricultores adquiridas na fase de exploração colonial, podem, hoje, serem apontadas como as principais causas de adoção deste tipo de manejo. O agrônomo estava mais preocupado com o aumento da produtividade de culturas específicas, como, por exemplo, da sucessão trigo-soja. A extensão rural atuava por culturas específicas, demarcando e construindo terraços, melhorando a fertilidade química do solo e controlando, a qualquer preço (especialmente o ambiental), pragas e doenças. Houve uma considerável e momentânea melhoria na qualidade de vida dos agricultores e na lucratividade da lavoura, devido aos juros baixos, utilização de insumos químicos e possibilidade de aumento da área semeada por meio da compra subsidiada de novos tratores, máquinas e implementos. O controle da erosão era efetuado essencialmente por meio da técnica de terraceamento, especialmente os terraços de base

estreita, uma vez que o solo ainda possuía uma satisfatória estrutura física, bem como não se sabia se as perdas de solo ocorrentes eram prejudiciais, pois a pesquisa nesta área ainda não havia obtido estas quantificações.

**C. Exploração mecanizada, com redução no grau de mobilização do solo, porém sem ainda atribuir a devida importância à cobertura do solo.**

Esta fase foi caracterizada pelas mesmas particularidades da fase anterior, com diferença considerável apenas na forma de realização do preparo primário do solo que, ao invés de arados e grades aradoras, passou a ser feito por meio do uso de escarificadores. Isto proporcionou uma considerável redução na quantidade de horas exigidas para a realização do preparo primário do solo. Mesmo com algumas modificações, as semeadoras-adubadoras continuavam a apresentar problemas quando remanescesse razoável quantidade de resíduos de culturas anteriores sobre a superfície do solo, razão pela qual as operações com grades niveladoras continuavam a ser efetuadas, reduzindo a cobertura do solo e aumentando o grau de desagregação mecânica do mesmo. Em situações críticas, sob alta quantidade de resíduos culturais, continuava-se empregado o fogo para sua eliminação, pois o trabalho dos escarificadores era prejudicado, ou mesmo impossível, devido aos embuchamentos ocasionados pela palha. Os terraços, agora de base média ou larga, continuavam a ser difundidos como a principal técnica conservacionista a ser adotada para o controle da erosão. Os extensionistas e pesquisadores continuavam a enfatizar culturas específicas para, ao fim e ao cabo, aumentar sua produtividade.

**D. Exploração mecanizada, com redução no grau de mobilização do solo, mas já atribuindo a devida importância à cobertura do solo.**

Após intenso trabalho de conscientização aos agricultores, efetuado pela pesquisa, extensão e indústria de máquinas e implementos agrícolas, o fogo foi praticamente abolido da maioria das lavouras produtoras de grãos. Os escarificadores e as semeadoras-adubadoras foram dotados de discos cortadores de palha, evitando os embuchamentos. Aos escarificadores foram acoplados rolos destorroadores, que podiam substituir o trabalho das grades niveladoras. As novas áreas de terra incorporadas ao processo produtivo de grãos (centro-oeste, por exemplo) eram manejadas sob este método de preparo do solo. Com base em estudos e pesquisas realizados em vários locais, diversas espécies de culturas de cobertura foram introduzidas para adubação verde e/ou produção de grãos no outono/inverno. O estudo e inclusão de

plantas de primavera/verão, como o milho, no plano de rotação de culturas, foi importante, pois além de sua grande produção de biomassa (parte aérea e raízes), constituiu-se numa fonte de renda alternativa aos agricultores. O controle integrado de pragas e doenças foi amplamente divulgado. Os insumos químicos ainda predominavam. Quanto aos aspectos de conservação do solo, o manejo passou a ser executado ao nível de glebas de terra ou microbacias hidrográficas. Devido ao adiantado estágio de degradação em que se encontravam alguns solos de lavouras cultivadas com culturas anuais, foi disseminada a idéia e a prática de controlar a erosão por meio de terraços com grande capacidade de retenção de água, popularmente denominados de “murunduns”. A semeadura direta, após uma fase inicial bastante problemática, começava a ser implementada como forma de preparo de solo conservacionista nas propriedades de agricultores financeira e tecnicamente mais bem aquinhoados.

#### **E. Exploração mecanizada, sem mobilização do solo, com ênfase na diversificação de culturas e cobertura do solo e emprego de insumos químicos.**

Esta fase é a que está sendo vivenciada hoje, em que a semeadura direta passou a ser o método de preparo e semeadura mais recomendado pelos técnicos, não somente para culturas anuais produtoras de grãos (de sequeiro ou irrigadas), mas também para frutíferas, hortaliças, pastagens e outras. As semeadoras-adubadoras já podem semear e adubar nas mais variadas condições de solo, tanto de superfície, quanto de subsuperfície, e em diferentes profundidades e velocidades de trabalho, sem a necessidade de preparo prévio algum de solo. No entanto, as condições de cobertura propiciadas pelos resíduos de culturas anteriores e pelas culturas empregadas para adubação verde, ainda não são suficientes para o controle efetivo das invasoras, sendo necessário aplicações de agrotóxicos (herbicidas). O principal motivo deste controle de invasoras, no entanto, em muitos casos não é, como poderia parecer num primeiro momento, a competição das mesmas com a cultura por nutrientes, luz e água, mas sim os prejuízos por ela causados por ocasião da colheita mecanizada, efetuada por colhedoras de grãos (perda de grãos e diminuição da capacidade operacional das colhedoras). A sociedade, especialmente a urbana, está vigilante em relação ao uso dos recursos naturais, bem como aos impactos ambientais advindos das atividades agrícolas, como, por exemplo, a entrada de sedimentos, dejetos orgânicos e substâncias químicas nas águas, superficial e subterrânea, causando sua poluição. Esta cobrança da sociedade tem, de certa forma, forçado a realização de estudos para avaliar a eficácia dos

métodos de preparo do solo conservacionistas, como a semeadura direta, no controle daquelas variáveis.

**F. Exploração mecanizada, sem mobilização do solo, com ênfase na diversificação de culturas e cobertura do solo e emprego de cultivo orgânico.**

Esta fase é muito semelhante à anterior, com diferença somente quanto à preocupação em substituir os insumos ditos químicos por alternativos orgânicos. A consciência e disposição do consumidor em adquirir e consumir, cada vez mais, produtos produzidos sem agrotóxicos e adubos químicos formulados, tem estimulado muitos agricultores (pequenos, médios e, até, grandes) a adotarem este tipo de agricultura, atualmente sob diversas denominações, tais como agricultura orgânica, agricultura ecológica, ou agricultura biodinâmica. O maior atrativo para que os agricultores adotem este tipo de agricultura é o potencial de mercado (nacional e estrangeiro) e os preços competitivos, onde, geralmente, produtos orgânicos são mais caros do que aqueles produzidos com o uso de agrotóxicos e adubos químicos formulados. No entanto, por vezes, ainda se verifica que nem todo o cuidado reservado para a não utilização de insumos químicos é também utilizado para o manejo conservacionista do solo. Lavouras estabelecidas para produção de grãos ainda enfrentam problemas para a utilização integral deste tipo de tecnologia, especialmente as com médias e grandes áreas. No entanto, é consenso entre técnicos e agricultores que, caso as pesquisas demonstrem que seja possível manejar, a médio ou longo prazo, todas as áreas agrícolas sem o uso de agrotóxicos, principalmente, todos passarão a adotar sistema de agricultura semelhante. Infelizmente, mesmo que o Brasil produza para matar (parcialmente) a fome dos brasileiros, o faz muito mais para obter divisas com a exportação direta de grãos ou produtos deles derivados (carne – de frango, suína e bovina, e leite), para pagamento da sua “interminável e impagável” dívida externa. Igualmente, o poder aquisitivo da maioria do povo brasileiro é muito baixo. Logo, caso toda a produção agrícola brasileira fosse para ser consumida somente no mercado interno, poderia haver excesso de alimentos e/ou produtos derivados e, conseqüentemente, falência de muitos agricultores.

Resumindo, espera-se que, enquanto vigirem os dois últimos tipos de exploração agrícola da terra acima citados, sejam considerados também o reflorestamento, a adubação verde, a matéria orgânica, a proteção da fauna e da flora, a cobertura do solo, os preparos de solo conservacionistas, o aproveitamento racional de dejetos, o controle alternativo de pragas e doenças, o saneamento básico no meio rural, os cuidados com a água e o associativismo.

Por meio de um processo participativo, integrando governos, técnicos, instituições de ensino e pesquisa, sociedade urbana, empresas públicas e privadas e agricultores, poder-se-á chegar a uma agricultura mais limpa, menos poluidora e menos demandadora de energia, com maior lucratividade líquida financeira aqueles que a praticam e que, ao mesmo tempo, possa dar sustentabilidade à capacidade produtiva do solo e à qualidade do ambiente.

Pelo exposto, verifica-se que as ações de manejo e conservação do solo e da água são dinâmicas, mudando e evoluindo continuamente, motivadas por vários fatores, marcadamente as experiências bem sucedidas dos agricultores, os resultados animadores da pesquisa, os programas eficazes de assistência técnica e extensão rural, os aspectos sócio-econômicos e as exigências da sociedade em relação à qualidade ambiental, entre outros. Certamente, estes mesmos fatores irão determinar o rumo e a qualidade das ações futuras de manejo e conservação do solo e da água no Brasil, a ser mais e melhor comentado adiante.

#### IV. ASPECTOS TÉCNICOS E FILOSÓFICOS EM MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA À LUZ DAS NECESSIDADES ATUAIS

##### A. Princípios e conceitos envolvidos.

O princípio fundamental da conservação do solo e da água em todo o mundo é usar a terra de acordo com as classes de capacidade de uso e tratar cada classe segundo suas necessidades particulares. À observância das classes de capacidade de uso da terra emprega-se o termo “manejo da terra” – o qual está associado aos diferentes tipos de uso da mesma, tais como uso com florestas, pastagens, fruticultura, culturas anuais em fileiras, vida selvagem ou recreação humana. Em termos mais simples, o manejo da terra induz à pergunta: - *o que plantar?* Ao tratamento de cada classe de capacidade de uso da terra segundo suas necessidades particulares emprega-se o termo “manejo da cultura” – o qual está associado à todas aquelas decisões detalhadas, subsequentes à escolha de um dado tipo de uso da terra, tais como método de preparo do solo e semeadura, tipo de cultura, sequência de culturas, adição de calcário e fertilizantes, trato cultural, técnica de colheita, etc.. Em termos mais simples, o manejo da cultura induz à pergunta: - *como plantar?*

Sob o mesmo grau de cuidado de uso da terra, as diferenças nos níveis de erosão do solo causados pelo manejo da terra (tipo de uso da terra) são

naturalmente grandes. No entanto, tais diferenças podem ser ainda maiores dentro de um mesmo tipo de uso da terra, devido ao manejo da cultura (decisões subsequentes à escolha de um dado tipo de uso da terra). Deduz-se deste fato a grande importância que os sistemas de manejo agrícola, relacionados ao manejo da cultura, como antes definido, têm do ponto de vista de conservação dos recursos naturais solo e água, tanto para manutenção da capacidade produtiva do solo das terras agrícolas, quanto para preservação da qualidade do ambiente.

A operação agrícola mais importante dentre todas as que integram o que pode ser denominado manejo da cultura, como antes definido, é a de preparo do solo. Isto porque dela dependerá tanto a criação ou não de um bom leito de sementeira para as sementes, quanto de condições físicas de superfície e subsuperfície do solo favoráveis ou não à germinação das sementes, crescimento inicial e desenvolvimento das culturas. Assim, julgamos oportuno, neste momento, apresentar aqui os conceitos de dois tipos de preparo do solo conservacionista, que poderão ser úteis na discussão do assunto em questão. Tais conceitos são como abaixo apresentados.

a) *Sem preparo do solo*: “um método de sementeira que não envolve nenhuma preparação prévia de solo outra que não apenas a abertura no solo de uma ranhura para a colocação das sementes à profundidade desejada.; normalmente emprega-se o controle químico de plantas invasoras; também conhecido como preparo zero ou sementeira/plantio direto” (Resource Conservation Glossary, SCSA, 1982).

b) *Preparo mínimo do solo*: “a mínima manipulação de solo necessária para o desenvolvimento de plantas ou atendimento aos requerimentos de preparo sob as condições existentes de clima e solo” (Resource Conservation Glossary”, SCSA, 1982).

Com estes conceitos em mente, analisemos agora os requerimentos primários implícitos no manejo e conservação do solo e da água sobre as terras de cultivo à luz das necessidades atuais, ou seja, como devem ser os sistemas de manejo do solo para que possam constituir-se em sistemas conservacionistas com potencial para elevadas capacidades produtiva e de auto-sustentação.

**B. Requerimentos primários no manejo e conservação do solo e da água.**

Os requerimentos primários esperados dos sistemas de manejo e conservação do solo e da água, à luz das necessidades atuais (sistemas com potencial para elevadas capacidades produtiva e de auto-sustentação), são: i) melhorar e manter a capacidade produtiva do solo das terras de cultivo, ii) melhorar e manter a qualidade do ambiente e iii) propiciar bem estar social ao indivíduo (consequência dos dois primeiros). Analisemos, pois, os dois primeiros requerimentos, uma vez que o terceiro será consequência destes.

### **1. Melhorar e manter a capacidade produtiva do solo (minimizar os problemas na lavoura)**

O melhoramento e a manutenção da capacidade produtiva do solo, para evitar ou minimizar os problemas possíveis de ocorrerem na lavoura, fundamentalmente, significam: i) melhorar e manter a qualidade do solo (condições internas ou de subsuperfície) e ii) proteger o solo da erosão hídrica e eólica (condições externas ou de superfície).

#### **1.1. Melhorar e manter a qualidade do solo.**

Para obter e manter uma boa qualidade de solo, é necessário promover e manter em bons níveis as condições físicas, químicas e biológicas do mesmo, de forma conjunta, de modo tal que elas sejam favoráveis ao crescimento das plantas, desde a germinação das sementes, passando pelo crescimento inicial e desenvolvimento das culturas, até a colheita.

O maior desafio para os pesquisadores que realizam estudos ligados ao tema manejo e conservação do solo e da água é, numa primeira etapa, definir quantitativamente as condições internas de solo que irão constituir o que se pode denominar qualidade do solo para o crescimento e desenvolvimento das plantas, em diferentes solos, para diferentes culturas e sob diferentes climas. Sem dúvida alguma, isto constitui-se num grande desafio para a pesquisa, mas que, necessariamente, deve ser enfrentado. Uma vez definidas estas condições internas de solo e seus níveis, uma segunda etapa a ser levada a efeito, porém pensada já desde a primeira etapa, é a de investigar as formas pelas quais tais níveis das referidas condições podem ser mais facilmente conseguidos e mantidos, o que, fundamentalmente, deve ser feito por meio de estudos de campo, envolvendo técnicas de preparo do solo e semeadura e sequências e rotações culturais, nas suas mais variadas combinações.

Claramente, percebe-se que, em se tratando de estudos cujo objetivo final é a escolha e o estabelecimento de práticas de manejo e conservação



do solo e da água de boa qualidade, a palavra de ordem é realizar pesquisas integradas, de caráter multidisciplinar, necessariamente. Decididamente, não há como ser diferente, pela complexidade naturalmente já envolvida no assunto. Esta falta de interdisciplinaridade na pesquisa em manejo e conservação do solo e da água no Brasil tem sido, e continua sendo, a principal causa de desconhecimento da ação integral e comportamento temporal dos diferentes sistemas de manejo do solo em uso no país, impossibilitando recomendações seguras e possíveis extrapolações das mesmas. Muita coisa boa tem sido pesquisada neste assunto no Brasil, porém de forma isolada e, em alguns casos, ainda não bem planejada. Resultados de amostragens ou observações pontuais e esporádicas, aqui e acolá, não são cientificamente válidos para estabelecer-se escalas de eficácia relativa da ação integral dos diferentes sistemas de manejo do solo em uso no Brasil. Além desta falta de interdisciplinaridade na pesquisa em manejo e conservação do solo e da água no Brasil, observa-se também a falta de um maior rigor científico naquilo que vem sendo feito na pesquisa, a julgar pelo que é publicado na literatura brasileira. Como já falado anteriormente, parece que se pesquisa para rapidamente produzir um artigo “científico” e satisfazer vaidades e interesses pessoais, mais do que para efetivamente beneficiar a sociedade como um todo, atendendo uma real necessidade e prioridade de pesquisa para o país, lamentavelmente.

Quem sabe, ao início de um novo milênio, nos conscientizemos melhor destes fatos e passemos a trabalhar mais e melhor, em grupo, com vistas ao coletivo? Acreditamos que, em assim procedendo, os ganhos serão enormes, sob todos os aspectos, muito mais do que hoje o são. Experimentemos fazer isto, então, caros colegas cientistas de solo. Vamos pesquisar no tema manejo e conservação do solo e da água juntos, num mesmo experimento, com a mesma disposição. Certamente, nossos resultados serão de melhor qualidade e melhor aproveitados. E a sociedade se beneficiará melhor disto.

### **1.2. Proteger o solo da erosão.**

Para proteger o solo da erosão, a premissa é limitar a quantidade de energia disponível para realizar o trabalho erosivo de desagregação e transporte das partículas de solo pelos agentes erosivos (água, no caso da erosão hídrica, e vento, no caso da erosão eólica), para evitar ou minimizar a remoção de solo para fora da área da lavoura (perda de solo). Ao mesmo tempo, se possível, ou num segundo momento, em se tratando de erosão hídrica, deve-se também procurar evitar ou minimizar a formação de escoamento superficial ou enxurrada, para evitar ou minimizar a perda de água das chuvas da lavoura,

consequentemente aumentado a infiltração e o armazenamento da mesma no solo para posterior utilização pelas plantas.

O requerimento primário para a redução da perda de solo da lavoura, seja ela causada pela ocorrência da erosão hídrica, seja ela causada pela ocorrência da erosão eólica, é evitar ou minimizar a desagregação inicial das partículas de solo pelo impacto direto das gotas da chuva, no caso de erosão hídrica, e evitar ou minimizar o movimento inicial (saltamento) das partículas de solo pelo vento, no caso de erosão eólica. Independentemente da classe de erosão, a forma mais simples, eficaz e econômica de se conseguir tal redução é por meio da cobertura do solo, seja ela constituída por plantas, seja por resíduos culturais (resteva, palha, palhada ou cobertura vegetal morta). É oportuno ressaltar, no entanto, a maior eficácia dos resíduos culturais na redução da erosão hídrica, comparada à das plantas vivas. Isto porque os resíduos culturais agem simultaneamente sobre os dois agentes erosivos, ou seja, eles dissipam a energia cinética do impacto direto das gotas da chuva e reduzem o volume e a velocidade do escoamento superficial ou enxurrada. Além de dissiparem a energia cinética das gotas da chuva no ponto de impacto das mesmas sobre a superfície do solo, evitando ou minimizando a desagregação inicial de suas partículas, os resíduos culturais agem também sobre o escoamento superficial, reduzindo seu volume e velocidade e, assim, sua capacidade de transportar as partículas já desagregadas, bem como sua capacidade de desagregar novas partículas de solo por ação de cisalhamento, e seu subsequente transporte, efeito que as plantas também têm, mas de pequena magnitude se comparada ao efeito dos resíduos culturais, especialmente em se tratando de culturas anuais em fileiras. Neste contexto, destacam-se os denominados preparos de solo conservacionistas (que deixam alguma ou toda a quantidade de resíduos culturais produzida na superfície do solo), especialmente o método denominado semeadura direta/plantio direto ou sem preparo do solo, em que os resíduos culturais ficam praticamente todos na superfície do solo, dependendo de peculiaridades da máquina semeadora utilizada. Mais adiante, serão abordados melhor os aspectos mais importantes associados com os preparos de solo conservacionistas, especialmente no que se referem ao controle da erosão hídrica.

No que diz respeito a evitar ou minimizar a formação de escoamento superficial ou enxurrada, originado do excesso da água das chuvas, a premissa é aumentar e manter a capacidade de infiltração de água do solo, para diminuir o volume de enxurrada, bem como criar obstáculos físicos ao livre movimento superficial da água, para reduzir sua velocidade de escoamento. Isto pode ser levado a efeito por aqueles mesmos meios delineados para atenderem os

requerimentos de melhoria e manutenção da qualidade do solo (boas condições físicas, químicas e biológicas) e, também, por aqueles mesmos meios delineados para atenderem os requerimentos de proteção do solo contra a erosão (boa cobertura do solo, especialmente por resíduos culturais).

É importante frisar aqui que o controle da erosão acelerada das terras de cultivo não implica somente a redução da perda de solo da lavoura ao nível considerado aceitável para um dado solo (denominado tolerância de perda de solo por erosão), mas sim também a perda de água da mesma (excesso de água das chuvas ou enxurrada). Neste contexto, chama-se a atenção para o fato de que o método de preparo do solo e semeadura denominado sem preparo do solo ou semeadura direta/plantio direto é, sem dúvida alguma, sob condições similares e dentro de limites, o mais eficaz entre todos os métodos de preparo do solo e semeadura em termos de redução da perda de solo, por ser o que mais cobertura vegetal morta deixa sobre a superfície do terreno na lavoura e, também, o que mais permite a consolidação/reconsolidação da superfície do solo. No entanto, nem sempre ele é, também, o método mais eficaz para a redução da perda de água, uma vez que esta depende, fundamentalmente, da capacidade de infiltração de água do solo (condicionada por condições físicas de solo de superfície e subsuperfície), mais do que da quantidade de resíduos culturais deixada na superfície do terreno, a qual pode ser melhor sob um outro método de preparo e semeadura em que o solo é, em algum grau, mobilizado. Isto vai depender do regime de chuvas da região, do tipo de solo em questão e do tipo de cultura empregada na sequência/rotação cultural. O que não pode ser feito, sob hipótese alguma, é disseminar, de forma indiscriminada, a idéia de que a semeadura direta/plantio direto é o único e o melhor de todos os métodos de preparo do solo e semeadura existentes no Brasil, tanto em relação à conservação do solo e da água, quanto em relação aos demais aspectos agrônômicos envolvidos. Os resultados científicos estão aí para comprovarem que essa disseminação generalizada é equivocada e potencialmente perigosa. Mais grave ainda, no entanto, é a disseminação indiscriminada da idéia que, com a adoção da semeadura direta/plantio direto, não há mais necessidade de terraços nas lavouras, podendo, inclusive, a operação de semeadura ser realizada do modo popularmente denominado morro acima e morro abaixo. Ambas estas generalizações, são totalmente absurdas e descabidas do ponto de vista científico, devendo ser, imediatamente, abandonadas. Isto porque os resultados de pesquisa também estão aí para comprovarem que existem limites críticos de comprimento de declive para o controle eficaz da erosão hídrica utilizando-se somente os preparos de solo conservacionistas, inclusive o método semeadura direta. Cada situação é uma

situação; cada caso específico é um caso específico. Neste contexto, nada pode ser generalizado, absolutamente. Em alguns casos, tais afirmações podem até proceder, mas em outros não. Um dos requerimentos essenciais da ciência é nunca extrapolar além do campo de observação dos dados.

Assim, é mais do que momento de tomar posição contra tais generalizações, infundadas do ponto de vista científico e, até, perigosas. Ao mesmo tempo, estas generalizações, de certa forma, constituem-se numa falta de respeito aos pesquisadores sérios deste país, que estudam anos, profunda e pacientemente, o assunto, sem nenhum interesse outro que não o de poder disponibilizar ao agricultor várias alternativas viáveis de manejo e conservação do solo, ao invés de uma única, o que é muito melhor e, naturalmente, lógico. Por que toda esta pressão em prol da semeadura direta/plantio direto? Por que não considerar, também, outras alternativas de preparo do solo e semeadura? Que interesses poderão estar havendo por detrás disso tudo? Parece, até, que a racionalidade, fundamental em toda e qualquer tipo de ação humana, foi substituída pelo fanatismo. Não seria interessante investigar-se também estes aspectos, além daqueles associados com as necessidades técnico-científicas propriamente ditas, em relação à semeadura direta/plantio direto no Brasil?

Finalizando, pensamos que devemos acordar para a realidade e colocarmos as mãos ao trabalho. Precisamos deixar de ser omissos e, até, coniventes com esta prática não salutar de alardear coisas por aí, neste país afora, sem a necessária fundamentação e comprovação científicas. Vamos agir de acordo com os precípuos da ciência e guiar-nos pelos princípios ético e moral, definitivamente.

## **2. Melhorar e manter a qualidade do ambiente (minimizar os problemas fora da lavoura, oriundos da lavoura).**

Os produtos da erosão ocorrida sobre as terras de cultivo (problemas na lavoura), tais como sedimentos e águas de escoamento superficial, podem causar sérios danos ambientais (problemas fora da lavoura). Neste contexto, naquilo que se relaciona especificamente com o manejo e a conservação do solo e da água sobre as terras de cultivo, o melhoramento e a manutenção da qualidade do ambiente, fundamentalmente, significam: i) controlar os sedimentos oriundos da erosão hídrica e eólica e ii) controlar o escoamento superficial do excesso de água das chuvas ou enxurrada.

## 2.1. Controlar os sedimentos da erosão.

O controle da erosão hídrica ou eólica, no seu ponto de origem, é necessário que se faça para reduzir a quantidade de partículas de solo transportadas junto com o escoamento superficial ou vento (sedimentos da erosão). Estes sedimentos poderão causar assoreamento de valas, canais, reservatórios e cursos d'água, devido sua deposição nos mesmos, bem como poluição de fontes d'água (por turbidez ou enlodamento - partículas sólidas em suspensão na água, e/ou contaminação química - substâncias químicas adsorvidas às partículas sólidas e/ou dissolvidas na água do escoamento superficial).

O controle dos sedimentos deve ser iniciado pelo controle da erosão nas lavouras, seja ela nas formas de erosão em entressulcos, sulcos ou voçorocas, assim como também deve ser controlada a erosão dos taludes de estradas e cursos d'água. O controle global de sedimentos é uma tarefa difícil, de caráter multidisciplinar, que deve, necessariamente, envolver profissionais de várias áreas, tais como engenheiros agrônomos, engenheiros agrícolas, engenheiros civis, engenheiros hidráulicos, hidrologistas, geógrafos, biólogos, enfim, todos aqueles que, de uma forma ou de outra, se preocupam com o ambiente e desenvolvem atividades relacionadas. No caso específico de manejo e conservação do solo e da água sobre as terras de cultivo, muito já pode ser conseguido por meio do controle da erosão na lavoura, tarefa de exclusivas responsabilidades do engenheiro agrônomo e do agricultor. Neste contexto, novamente destaca-se a importância de utilização de métodos de preparo do solo conservacionistas, que evitam ou reduzem em muito a produção de sedimentos na lavoura, a qual, por sua vez, poderá resultar em problemas fora da lavoura e, assim, comprometer a qualidade do ambiente por sedimentação e poluição d'água.

## 2.2. Controlar o escoamento superficial da água.

O controle do escoamento superficial sobre as terras de cultivo, originado do excesso de água das chuvas, mesmo que na forma de água limpa (desprovida de partículas de solo em suspensão), é necessário que se faça para evitar ou minimizar a quantidade do mesmo que poderá chegar às fontes d'água, carregando consigo substâncias químicas nele dissolvidas, tais como nutrientes, inseticidas, herbicidas e fungicidas. Tal controle deve, fundamentalmente, ser começado por meio do aumento da capacidade de infiltração de água do solo. Neste contexto, mais uma vez destaca-se a importância dos preparos de solo conservacionistas e de bem planejadas sequências e/ou rotações culturais.

No entanto, contrariamente ao que normalmente se observa com a perda de solo, a técnica de semeadura direta/plantio direto não deve, agora, ser considerada também o método mais eficaz para redução da perda de água, visto que o comportamento desta é distinto do da perda de solo. Métodos de preparo que mobilizam parcialmente o solo são, muitas vezes, mais eficazes no controle da perda de água do que a semeadura direta/plantio direto e, ao mesmo tempo, também satisfatórios do ponto de vista de controle da perda de solo. Isto vai depender dos diferentes tipos de solo e das condições físicas superficiais e subsuperficiais prevalentes nos mesmos por ocasião das chuvas. É oportuno lembrar aqui que os vários procedimentos de preparo do solo e semeadura atualmente utilizados no Brasil, sob a denominação generalizada de semeadura direta/plantio direto, são bastante diferenciados, especialmente quanto ao grau de fragmentação e mobilização do solo (tanto em extensão, quanto em profundidade). Isto se deve aos diferentes tipos de equipamento (máquinas semeadoras-adubadoras) utilizados e às diferentes velocidades de operação dos mesmos, o que implica, entre outras coisas, em diferentes comportamentos frente às perdas de solo e água, especialmente esta última. Estas diferenças nos procedimentos para implantação do assim indistintamente denominado semeadura direta/plantio direto no Brasil têm causado muita confusão na terminologia de preparo do solo e, decorrente disso, sérios equívocos na interpretação dos resultados de pesquisa, ou comportamentos de lavoura, observados com esta técnica, especialmente os dados de perdas de solo e água, por erosão hídrica.

A idéia de que a erosão acelerada das terras de cultivo deve ser nula, ou próxima a zero, é totalmente equivocada, ao mesmo tempo em que ela induz à utilização do sistema de manejo de solo mais restritivo possível. Isto poderá resultar em sérias implicações, tanto dos pontos de vista técnico, quanto econômico, e, por conseguinte, na limitação de uso de um dado sistema de manejo por parte do agricultor, dependendo do seu grau de instrução e da sua condição financeira. O importante nisto tudo seria conhecer antes o nível de erosão que pode ser tolerado para um dado solo e, então, adotar qualquer um daqueles sistemas de manejo que satisfaçam tal requerimento e, ao mesmo tempo, que seja também do agrado e da conveniência do agricultor. Forçar ou induzir o agricultor a usar uma prática exclusiva de manejo do solo, como, de certa forma, tem sido observado em relação aos métodos de preparo do solo e semeadura no Brasil, quando outras alternativas igualmente satisfatórias existem, é, no mínimo, uma atitude sujeita à muitas críticas e indagações.

Se um indivíduo pode curar satisfatoriamente sua dor de cabeça com uma aspirina, ou qualquer outro tipo de medicamento, por que deve ele usar

novalgina, ou vice-versa? Existem preços e efeitos colaterais envolvidos na decisão de compra, além de gostos pessoais que, mesmo parecendo não possuírem lógica, são importantes para o indivíduo e devem ser respeitados em todo e qualquer processo de tomada de decisão. Usando uma analogia mais prazerosa, para finalizar este tópico, sabe-se que, para um dado indivíduo, ingerir uma cerveja já pode se constituir num excesso. No entanto, para outros, como para os autores deste trabalho, uma caixa de cervejas ainda é pouco (ultimamente elas têm andado muito fracas). Com as práticas de manejo agrícola ocorre a mesma coisa. Existem indivíduos e fatores envolvidos - indivíduos do tipo *homo sapiens* (será que somos sábios mesmo?) e fatores relacionados com o solo, a topografia, o clima e as sequências e/ou rotações culturais que, sob várias formas de pensar e de combinar coisas, poderão resultar em sistemas de manejo quaisquer com os mesmos ou, até, melhores resultados globais do que um sistema de manejo que venha a utilizar a/o semeadura direta/plantio direto como método de preparo do solo e semeadura. Vamos, pois, verificar todas as combinações possíveis e oferecer ao agricultor várias alternativas de manejo viáveis e eficazes, ao invés de uma única, deixando ao seu critério a decisão final de escolha, e não fazendo o contrário, ou seja, forçando ou induzindo o agricultor a usar aquilo que queremos que seja usado, às vezes ainda sem maiores esclarecimentos a respeito.

### **C. Meta principal no manejo e conservação do solo e da água para manter a capacidade produtiva do solo e a qualidade do ambiente.**

Para manter a capacidade produtiva do solo e a qualidade do ambiente é necessário, fundamentalmente, evitar ou minimizar a erosão acelerada ou antrópica sobre as terras de cultivo, seja ela a erosão hídrica, seja ela a erosão eólica. Isto porque a erosão é a forma mais séria de degradação do solo, visto que, além de diminuir a capacidade produtiva das terras agrícolas, às vezes até de forma irreversível, ela contribui muito também para a degradação do ambiente, seja devido à problemas de sedimentação, seja devido à problemas de poluição d'água, causados pelos produtos da erosão (sedimentos e substâncias químicas neles adsorvidas e/ou dissolvidas na água do escoamento superficial). Deduz-se destes fatos, então, que a meta principal no manejo e conservação do solo e da água, para manter a capacidade produtiva do solo e a qualidade do ambiente, é reduzir a erosão hídrica e a erosão eólica das terras de cultivo.

#### **D. Meta principal no manejo e conservação do solo e da água para reduzir a erosão do solo**

Considerando o que foi ressaltado no item anterior, ou seja, que a redução da erosão acelerada das terras de cultivo constitui-se a meta principal no manejo e conservação do solo e da água para manter a capacidade produtiva do solo e a qualidade do ambiente, a característica principal desejável nos sistemas de manejo agrícola é que os mesmos produzam, além de altos rendimentos de grãos ou outros frutos, abundante quantidade de biomassa vegetal (parte aérea e raízes). Assim, poderão ser formadas grandes quantidades de resíduos culturais, que podem ser deixadas, parcial ou totalmente, sobre a superfície do solo, especialmente em se tratando de regiões de clima tropical ou subtropical, como no Brasil, com a finalidade principal de reduzir a erosão. Esta é, pois, a meta principal a ser atingida com os sistemas de manejo agrícola, ou seja, produzir elevadas quantidades de resíduos culturais. Isto porque o requerimento fundamental para evitar ou minimizar a erosão acelerada das terras de cultivo é evitar ou minimizar a desagregação inicial das partículas de solo por impacto das gotas da chuva, no caso da erosão hídrica, e evitar ou minimizar o movimento inicial das partículas de solo (saltamento) pelo vento, no caso da erosão eólica. E, em qualquer destes casos, a cobertura do solo por resíduos culturais representa a forma mais simples, eficaz e econômica para se controlar a erosão acelerada das terras de cultivo. Neste contexto, mais uma vez destaca-se a importância de sequências e/ou rotações culturais bem planejadas e implantadas, associadas à técnicas de preparo do solo conservacionistas, como o método sem preparo do solo ou semeadura direta/plantio direto, ou qualquer outro método de preparo do solo constituinte desta categoria. É oportuno frisar, neste momento, a importância da fertilidade do solo para a conservação do solo e da água, que os próprios especialistas da área não se dão por conta da mesma ou não a enfatizam, diga-se de passagem (parece, até, que o reduzidíssimo número de pesquisadores em erosão do solo no Brasil dão mais importância à fertilidade do solo para a conservação do solo e da água, do que o vasto contingente de pesquisadores em química e fertilidade do solo). Isto porque adequadas quantidades de resíduos culturais, independentemente do tipo de cultura utilizado na sequência e/ou rotação cultural, somente poderão ser obtidas com um bom nível de fertilidade do solo (adição de corretivos da acidez e fertilizantes do solo).



### E. Palavra de ordem no manejo e conservação do solo e da água.

Em se tratando de manejo e conservação do solo e da água para as terras de cultivo, e tendo em mente a melhoria e manutenção da capacidade produtiva do solo e da qualidade do ambiente, especialmente sob condições de clima tropical ou subtropical, a *palavra de ordem* é: *-produzir resíduos culturais para reduzir a erosão hídrica e a erosão eólica do solo*. Necessariamente, estão associados a este requerimento o suprimento de um bom estado de fertilidade ao solo, uma bem planejada e implantada sequência e/ou rotação cultural e o uso de um adequado método de preparo do solo e semeadura integrante da classe dos assim denominados preparos de solo conservacionistas.

### F. Outras questões associadas às necessidades de manejo e conservação do solo e da água.

Até agora, tecemos algumas considerações gerais sobre os requerimentos primários, meta principal, característica desejável e palavra de ordem relacionados com o manejo e a conservação do solo e da água sobre as terras de cultivo. Foi dito que a erosão acelerada ou antrópica é a forma mais séria de degradação do solo, e que a cobertura do solo por resíduos culturais é a forma mais simples, eficaz e econômica de se controlar a erosão do solo. Neste contexto, duas questões são fundamentais de serem trazidas à discussão: 1<sup>a</sup>) reduzir a erosão do solo para que finalidade e em quanto? e 2<sup>a</sup>) produzir resíduos culturais para que finalidade e quanto? Antes de analisarmos estas questões, julgamos interessante e oportuno apresentar, neste momento, mais três conceitos fundamentais envolvidos no assunto, como abaixo transcritos.

#### 1. Conceitos fundamentais no controle da erosão do solo.

a) *Padrões conservacionistas*: “padrões para os vários tipos de solo e de uso da terra, incluindo critérios, técnicas e métodos para o controle da erosão e sedimentação resultantes das atividades que causam distúrbio à terra” (SCSA. Resource Conservation Glossary. 1982).

b) *Tolerância de perda de solo*: “a taxa máxima anual de perda de solo que ainda irá permitir uma produtividade das culturas a ser obtida econômica e indefinidamente” (SCSA. Resource Conservation Glossary. 1982).

c) *Critério de qualidade da água*: “um requerimento científico sobre o qual uma decisão ou julgamento pode ser baseado no que diz respeito à adequação da qualidade da água para manter um uso designado, em termos de suas características físicas, químicas e biológicas (SCSA. Resource Conservation Glossary. 1982).

## 2. Finalidade e nível almejado de redução da erosão do solo.

A erosão acelerada do solo sobre as terras de cultivo deve ser reduzida com a finalidade de manter a capacidade produtiva do solo na lavoura e, ao mesmo tempo, manter a qualidade do ambiente (reduzindo os problemas de erosão fora da lavoura, oriundos da mesma). Os padrões para aferição de tais reduções da erosão, no entanto, variam com a finalidade das mesmas.

A redução da erosão para fins de manutenção da capacidade produtiva do solo na lavoura pode ser aferida pela tolerância de perda de solo, como há pouco definida. Neste contexto, embora sem o desejável rigor científico, dificultado pela complexidade naturalmente envolvida no assunto, podem ser utilizados como referência para julgamento da eficácia de um dado sistema de manejo na redução da erosão os valores de tolerância de perda de solo já estimados para os principais solos de alguns Estados brasileiros, disponíveis na literatura, associando-os à Equação Universal de Perda de Solo, tanto em sua versão anterior (USLE), quanto em sua versão revisada (RUSLE), combinando-se lógica e bom senso. Mesmo que a estimativa de perda de solo resultante não seja a mais acertada, em função da escassez de dados locais para alimentar melhor este modelo no Brasil, ela já serve como um valioso valor de referência para, pelo menos, pensar-se um pouco mais, e melhor, sobre um dado sistema de manejo, em termos de sua eficácia de redução da erosão, o que é muito melhor do que não fazer nada, ou seja, do que não pensar. Ainda que o resultado estimado possa ser duvidoso, ao ponto de não vir a ser utilizado na decisão de escolha, o simples fato de ter sido feito um exercício mental para chegar-se a uma estimativa já é muito compensador, pois obrigou-nos a, pelo menos, pensar (coisa que não é muito feita neste país). E as probabilidades de acerto, com toda a certeza, serão sempre maiores quando as coisas são pensadas do que quando elas não o são. Existem muitos profissionais de agronomia que não usam o conhecimento científico disponível simplesmente porque o julgam acadêmico, como se o fato dele ser de natureza acadêmica não tivesse nenhum valor. Isto ocorre porque eles simplesmente não sabem interpretar o significado daquilo que é de natureza acadêmica ou, talvez, nem mesmo saibam o significado termo

em si. O termo acadêmico vem de academia. E de academia vem o termo ciência. E de ciência vem o termo conhecimento científico. E de conhecimento científico vem o termo tecnologia. E de tecnologia vem bons resultados. E de bons resultados vem o bem estar. Aos profissionais de agronomia que não valorizam o que é de natureza acadêmica, recomendamos ler, estudar e entender um pouco mais, e melhor, de ciência. Uma ótima oportunidade para isso seria eles associarem-se à alguma sociedade científica de agronomia e lerem seus boletins informativos e revistas científicas. Vamos lá, então, senhores descrentes da ciência. É tão barata a anuidade de uma sociedade científica e tanto o que ela tem para lhes oferecer que não é possível admitir que vocês ainda não estão associados em nenhuma delas. Para quem gosta do assunto solos, recomendamos a Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, inquestionavelmente.

Por outro lado, retomando o assunto inicial, a redução da erosão para fins de manutenção da qualidade do ambiente (minimizar os problemas de erosão fora da lavoura, oriundos da mesma), seja evitando ou minimizando a sedimentação, seja evitando ou minimizando a poluição das fontes d'água, causadas pelos produtos da erosão, ela deve ser interpretada e atacada de forma mais rigorosa do que para a redução da erosão com a finalidade de manutenção da capacidade produtiva do solo na lavoura. Isto porque os padrões para julgamento de tais prejuízos, para poder-se definir um dado nível de controle da erosão, são outros, distintos dos padrões usados na aferição da redução da erosão com a finalidade de manter a capacidade produtiva do solo na lavoura. A razão para esta diferença nos padrões de aferição da redução da erosão reside no fato de que as quantidades de perda de solo da lavoura que poderão atingir as fontes de água e, assim, causar sua poluição, são bem menores do que as quantidades de perda de solo que poderão comprometer a capacidade produtiva do solo na lavoura (o que pressupõe-se que aconteça quando elas são maiores do que os valores de tolerância de perda de solo). Neste contexto, no entanto, não se dispõe ainda de valores destes padrões conservacionistas, ou de critérios de qualidade da água, para o Brasil, ou seja, não se conhece ainda os valores que definem, ou possam constituir-se em critérios de julgamento, se uma dada carga de sedimentos em suspensão, ou uma dada quantidade de substâncias químicas dissolvidas na água de escoamento superficial, é ou não prejudicial à mesma. Enquanto não forem conhecidos esses valores ou, pelo menos, não forem estabelecidos alguns critérios de qualidade da água, não se poderá julgar a eficácia de um dado sistema de manejo em termos de redução da erosão para fins de manutenção da qualidade do ambiente. A falta de informações desta natureza constitui-se numa alta prioridade de

pesquisa para os cientistas de erosão que investigam assuntos relacionados com o manejo e a conservação do solo e da água no Brasil, mas cuja causa, necessariamente, deve também ser assumida por especialistas de outras áreas, como a química, a biologia e a fertilidade do solo, visto que os pesquisadores de erosão não têm a qualificação necessária para realizarem as diversas e complexas análises químicas e biológicas requeridas em tais tipos de estudo. É necessário que os pesquisadores das áreas de química, biologia e fertilidade do solo tenham consciência disto e se disponham a trabalhar integrados com os pesquisadores de erosão do solo, e vice-versa. A grande necessidade de obter-se informações deste tipo, de natureza básica e de caráter interdisciplinar, com vistas à manutenção da qualidade do ambiente, deve falar mais alto do que a inerente dificuldade de se trabalhar em equipe e desconforto de se trabalhar no campo, especialmente em se tratando de pesquisas de erosão com chuva natural ou simulada, onde a chuva e a lama incomodam mesmo, às vezes ainda sob um causticante sol de verão ou gélido frio de inverno. Independentemente da existência ou não de tais padrões conservacionistas, ou critérios de qualidade da água, no Brasil, muito já poderia ser feito para a manutenção da qualidade do ambiente simplesmente por meio do controle adequado da erosão para fins de manutenção da capacidade produtiva do solo na lavoura, combinando-se lógica e bom senso, o que, aliás, é o que deve ser feito, na maior parte das vezes, na vida.

### **3. Finalidade e nível almejado de produção dos resíduos culturais.**

A produção de resíduos culturais, como consequência da produção de grãos ou outros frutos, pode ser considerada com o intuito de obtenção de uma dada quantidade de massa dos mesmos, ou de uma dada percentagem de cobertura do solo, para diversas finalidades. Em se tratando de lavouras agrícolas, os resíduos culturais são considerados para reduzir a erosão acelerada e/ou adicionar material orgânico ao solo. Nesta discussão, nos ateremos somente à consideração dos resíduos culturais para a finalidade precípua de controlar a erosão acelerada do solo. Sempre que uma dada quantidade de massa de resíduos culturais é obtida numa lavoura, após a colheita de uma dada cultura, uma equivalente percentagem de cobertura do solo também é obtida. No entanto, esta quantidade de massa de resíduos culturais e/ou equivalente percentagem de cobertura do solo, podem não serem suficientes para reduzir a erosão nos níveis toleráveis, dependendo de condições. Tais condições são aquelas que, direta ou indiretamente, e em maior ou em menor grau, influenciam os agentes erosivos impacto das gotas da chuva e escoamento superficial ou enxurrada, no caso da erosão hídrica, e velocidade do vento e umidade do solo, no caso da erosão eólica. Analisemos, pois, tais condições.

Em se tratando de erosão hídrica, a premissa é dissipar energia cinética originada do processo de queda das gotas da chuva, evitando ou diminuindo o impacto direto das mesmas na superfície do solo, para evitar ou minimizar a desagregação inicial de suas partículas. Para isto, é fundamental que se considere a fração da superfície do solo coberta com resíduos culturais. Uma cobertura de solo de cem por cento significa que toda a superfície do solo estará protegida contra a ação do impacto direto das gotas da chuva e, conseqüentemente, a desagregação inicial das partículas de solo será nula. Portanto, em princípio, não ocorrerá a erosão (perda de solo). Isto, no entanto, se manterá verdadeiro enquanto a percentagem de cobertura do solo não for alterada, ou seja, enquanto ela for mantida em cem por cento, falando-se exclusivamente em relação à ação de impacto das gotas da chuva sobre a superfície do solo. Esta cobertura de solo de cem por cento poderá ser obtida com uma dada quantidade de massa de resíduos culturais, existindo uma quantidade mínima para obter-se tal nível de cobertura, que irá variar com o tipo de resíduo cultural e a forma de manejo do mesmo, ou seja, se ele será ou não uniformemente espalhado sobre a superfície do solo e se ocorrerá ou não sobreposição de suas partes constituintes. A partir da quantidade mínima de massa de resíduo cultural para obter-se cem por cento de cobertura do solo, para resíduos uniformemente espalhados na superfície do solo, a quantidade de massa de resíduo cultural irá aumentando linearmente na medida em que mais e mais resíduos culturais estiverem sendo adicionados à superfície do solo, sem, no entanto, verificar-se nenhuma alteração na percentagem de cobertura do solo, a qual permanecerá em cem por cento, devido ao efeito de sobreposição das partes constituintes do resíduo. Deduz-se deste fato que, em princípio, enquanto a superfície do solo estiver cem por cento coberta por resíduos culturais, a desagregação inicial das partículas de solo por impacto das gotas da chuva (erosão de salpico ou de impacto da gota) será nula e, portanto, a perda de solo da lavoura também será nula (ou relativamente muito baixa, pois há que considerar-se uma provável erosão resultante da desagregação das partículas de solo pela ação cisalhante da enxurrada, escoando por baixo dos resíduos culturais, e seu subsequente transporte também pela mesma). Analisemos, pois, este outro agente de erosão hídrica, ou seja, o escoamento superficial ou enxurrada, resultante do excesso de água da chuva (aquela porção da precipitação pluviométrica que não infiltrou no solo e nem ficou retida na superfície do mesmo).

O escoamento superficial ou enxurrada sobre as terras agrícolas também é, por si só, um agente erosivo completo, capaz de desagregar e transportar grande quantidade de partículas de solo. No entanto, embora pouco, ou

mesmo não sabido, por alguns, a enxurrada possui capacidade de, também, movimentar os resíduos culturais que estão soltos sobre superfície do solo na lavoura e, inclusive, removê-los para fora da mesma, deixando então porções de solo descobertas e sujeitas à ação de impacto das gotas da chuva, como anteriormente falado, possibilitando a ocorrência de erosão (perda de solo). A movimentação ou remoção dos resíduos culturais da superfície do solo na lavoura pela enxurrada vai depender, essencialmente, do volume e velocidade da mesma, que, por sua vez, vão depender do regime de chuva local, tipo de solo, sistema de manejo e condições topográficas, assim como também do tipo, quantidade e forma de manejo do resíduo cultural em questão. O entendimento completo dessas interrelações, e a previsão do que poderá vir acontecer, contudo, são relativamente complexos. De qualquer forma, é líquido e certo que os resíduos culturais podem ser removidos da lavoura pela enxurrada e, assim, facilitarem a ação dos agentes erosivos. Estes aspectos constituem-se numa alta prioridade de pesquisa para aqueles que estudam o assunto manejo e conservação do solo e da água no Brasil, em relação ao controle da erosão hídrica.

Do exposto, verifica-se que uma dada percentagem de cobertura do solo por resíduos culturais pode, em principio, ser suficiente para controlar a erosão hídrica no nível desejado, porque ela está cobrindo uma considerável parte da superfície do terreno e, assim, dissipando uma considerável parte da energia cinética originada do processo de queda das gotas da chuva, limitando, neste caso, a desagregação inicial das partículas de solo, o que resultará em pequena perda de solo. No entanto, este efeito poderá ser apenas temporário. Isto porque a quantidade de massa de resíduos culturais que está propiciando aquela percentagem de cobertura do solo, teoricamente adequada, pode ser baixa e, assim, facilmente movida/removida pela enxurrada, em se tratando de resíduos culturais soltos sobre a superfície. Por outro lado, mesmo que a quantidade de massa de resíduos culturais seja relativamente alta, eles ainda podem ser movidos/removidos da lavoura, devido os elevados volume e/ou velocidade da enxurrada, resultantes de elevadas precipitações pluviométricas, baixa capacidade de infiltração de água do solo e/ou elevado comprimento e/ou grau de inclinação do declive, ou todos, combinadamente. Há que se considerar ainda a redução da quantidade de massa dos resíduos culturais por decomposição dos mesmos, influenciada por vários fatores, conseqüentemente da equivalente percentagem de cobertura do solo. Os resultados de pesquisa estão aí para comprovar todos estes fatos. Basta ir à literatura.

Depreende-se de tudo o que foi comentado sobre resíduos culturais, enxurrada e perda de solo, a necessidade de se investigar comprimentos crí-

ticos de declive para redução da erosão hídrica por meio da utilização isolada de preparos de solo conservacionistas. Isto, para evitar os possíveis prejuízos resultantes da disseminação indiscriminada da idéia, equivocada, diga-se de passagem, de retirada dos terraços das lavouras, seguida da semeadura morro acima e morro abaixo utilizando-se o método denominado sem preparo do solo ou semeadura direta/plantio direto, por exemplo. Neste momento, estamos falando, única e exclusivamente, das perdas de solo associadas com tais preparos, denominados conservacionistas. No entanto, devemos considerar também as perdas de água da chuva da lavoura, na forma de enxurrada, a qual, embora sob semeadura direta/plantio direto, pode ser elevada, mais do que em outros métodos de preparo do solo e semeadura onde o solo é, em algum grau, mobilizado, mesmo que ela seja na forma de água limpa, isto é, isenta ou com baixa carga de sedimentos em suspensão. Em princípio, a água da chuva deveria permanecer toda ela na lavoura, armazenada no perfil de solo, para posterior disponibilidade às plantas. Quando em excesso, no entanto, ela irá escoar e, então, providências deverão ser tomadas para que ela não vá causar poluição das fontes d'água próximas ou externas à lavoura, pelas substâncias químicas nela dissolvidas (e também pelos sedimentos, se ela contiver partículas de solo em suspensão). As necessidades para o melhor conhecimento e a melhor definição do que precisa ser feito, em relação a estes métodos de preparo de solo conservacionistas, em termos de controle da erosão hídrica do solo, estão relacionadas, como já referido, à investigação de comprimentos críticos de declive nestes preparos, em diferentes tipos de solo, para diferentes tipos, quantidades e formas de manejo dos resíduos culturais, em diferentes condições topográficas e sob diferentes regimes pluviométricos. Somente após conhecidas todas essas interrelações é que poderão ser feitas afirmações mais conclusivas a respeito da eficácia destes métodos de preparo de solo, denominados conservacionistas, no controle da erosão hídrica das terras agrícolas, tanto em termos de perda de solo, quanto de perda de água.

Resumindo, a consideração dos resíduos culturais com vistas à obtenção de quantidades de massa, para controle da erosão hídrica, segue alguns padrões, enquanto aquela com vistas à obtenção de percentagens de cobertura do solo, para o mesmo propósito, segue outros padrões. Isto, em princípio, por considerações teóricas. Mas poderá acontecer que estes padrões sejam, até, os mesmos, dependendo de condições. Estes aspectos precisam ser urgentemente investigados para lograr-se êxito nas ações futuras de manejo e conservação do solo e da água no Brasil, sob pena de correr-se sérios riscos de insucesso devido às generalizações indiscriminadas que vêm sendo feitas por alguns, em relação à semeadura direta/ plantio direto, principalmente

no que se refere a sua eficácia de controle da erosão hídrica do solo. Se este método de semeadura, sem preparo prévio do solo, vier a ser comprovado pela pesquisa como sendo realmente o melhor, sob todos os aspectos, agrônômicos, ambientais e econômicos, para o Brasil inteiro, então que seja ele o método a ser difundido e adotado. No entanto, se outros métodos também se mostrarem satisfatórios, atendendo tanto os padrões de tolerância de perda de solo por erosão, quanto os critérios de qualidade da água, que seja adotado aquele método que o agricultor julgue ser o mais adequado para a sua condição específica, e que mais lhe agrade. Isto é o que pode ser dito como “agir com lógica e bom senso”. O que não tem lógica e, ao mesmo tempo, é um contra-senso, é a generalização indiscriminada de eficácia de toda e qualquer prática agrônômica que, ainda, não foi científica e devidamente comprovada, como, por exemplo, a de que um dado método de preparo de solo e semeadura é o melhor, em qualquer situação e sob todos os aspectos, como vêm fazendo alguns em relação à semeadura direta/plantio direto no Brasil. Nada temos contra a semeadura direta/plantio direto, absolutamente, mas, também, não temos ainda em mãos o suficiente para concordarmos com a opinião de que ela é a técnica de semeadura que deve ser consagrada para o Brasil inteiro, simplesmente porque, pressupostamente, ela atende a todos os requerimentos, quais sejam, os agrônômicos, os conservacionistas, os ambientais e os econômicos, ao mesmo tempo. Que bom que fosse assim! Mas, a bem da verdade, ainda não é.

#### **4. O novo enfoque e a nova terminologia em preparo de solo conservacionista.**

Analisemos melhor, agora, o conceito de preparo de solo conservacionista e sua evolução no tempo. Segundo a Sociedade Americana de Conservação do Solo (SCSA. Resource Conservation Glossary. 1982), os seguintes conceitos de preparo de solo conservacionista (“conservation tillage”) foram estabelecidos ao longo do tempo:

*1960 – 1984*: “qualquer sequência de preparo de solo que reduzisse a perda de solo ou água em relação ao preparo convencional; usualmente uma forma de preparo sem inversão da camada arável e que retinha quantidades protetoras de cobertura vegetal morta na superfície do solo”.

*1984 – 1992*: “qualquer sistema de preparo de solo e semeadura que deixasse, no mínimo, 30 % de cobertura do solo por resíduo cultural após o



plantio, para o controle da erosão hídrica, ou a quantidade equivalente a 1000 kg ha<sup>-1</sup> de resíduo cultural de pequenos grãos, para o controle da erosão eólica”.

*a partir de 1992:* “um sistema de preparo de solo e semeadura que deixe a quantidade de resíduo cultural suficiente para proteger adequadamente o solo da erosão o ano inteiro; a porcentagem de cobertura do solo pode variar de 10% a 60% ou, mesmo, mais ainda, dependendo de fatores”.

Verifica-se, pois, que o conceito de preparo de solo conservacionista sofreu consideráveis mudanças no tempo, causadas pelo avanço da pesquisa em erosão no assunto manejo e conservação do solo e da água. Registre-se aqui, neste momento, lamentavelmente, a deserção de muitos pesquisadores de erosão do solo da luta contra a erosão e, ao mesmo tempo, a falta de visão de muitos dirigentes de instituições de pesquisa que executavam, e ainda executam, pesquisa em ciência do solo no Brasil, a partir de 1980, quando ainda havia um grupo considerável de pesquisadores em erosão do solo, a nível nacional, que haviam iniciado suas pesquisas na área já em 1975, conduzindo experimentos de erosão a campo (a mais verdadeira e necessária pesquisa de erosão do solo, diga-se de passagem) sob chuva natural e/ou sob chuva simulada. Resultados desta forma obtidos, são fundamentais para poder-se formar verdadeiro um banco de dados em erosão do solo, necessários em todas e quaisquer ações posteriores ligadas ao assunto. Lamentavelmente, a necessidade de se produzir artigos científicos para enriquecer currículos, para satisfazer vaidades pessoais e/ou candidatar-se a uma (ou manter a já existente) bolsa de produtividade em pesquisa do CNPq, a facilidade e o conforto proporcionados por uma confortável sala e um poderoso PC (“personal computer”), a existência de modelos de erosão sofridamente desenvolvidos por abnegados e verdadeiros pesquisadores de erosão do solo no passado, entre outros fatores, fizeram com que os pesquisadores e a pesquisa em erosão no Brasil fossem, de modo geral, diminuindo espetacularmente, tanto em quantidade, quanto em qualidade que o assunto merece. Felizmente, no entanto, ainda existem hoje no Brasil alguns pesquisadores que insistem em pesquisar o assunto a campo, não obstante as dificuldades, os desconfortos e o extenso período de tempo que este tipo de investigação científica requer, fazendo com que a pesquisa em erosão do solo não sofresse solução de continuidade e, o que é mais importante ainda, produzindo resultados boa qualidade, apesar do pequeno volume (comparativamente aos resultados de pesquisa dos outros ramos da ciência do solo). Mesmo assim, considerando o tempo de pesquisa em erosão do solo no Brasil e o número de pesquisadores envolvidos no seu

início, a nível nacional, em 1975, pode-se dizer que ainda nos encontramos num estágio relativamente pobre de desenvolvimento da mesma.

Lamenta-se que os dirigentes das instituições de pesquisa à época da deserção de muitos pesquisadores de erosão no Brasil não tenham dado a devida atenção ao fato. Os dirigentes destas instituições deveriam ter estado mais atentos às necessidades e prioridades de pesquisa das suas regiões de abrangência e, fosse ele o caso, terem exigido que seus pesquisadores permanecessem na área para atendê-las. O que não pode acontecer, assim como não deveria ter acontecido, é a omissão por parte dos dirigentes de instituições de pesquisa deste país em relação ao fato de que, em alguns casos, existem vários pesquisadores num mesmo ramo da ciência do solo, às vezes ainda investigando assuntos de necessidade e prioridade relativamente baixas, em detrimento de outro ramo com nenhum, ou um ou dois, pesquisadores, cujos assuntos são de necessidade e prioridade relativamente altas (como ocorre hoje no Brasil com os pesquisadores e a área de erosão do solo).

Retomando o assunto inicial, o que mais chama a atenção na mudança do conceito de preparo de solo conservacionista, foi a substituição de uma dada, e prefixada, percentagem de cobertura do solo (30 %) para a redução da erosão, a qual persistiu por vários anos, pela adoção de um novo enfoque que leva em que consideração uma percentagem de cobertura de solo variável, dependendo de condições ou fatores. Tais condições ou fatores são essencialmente localizados, como o regime de chuvas da região, o tipo de solo, a condição topográfica e o método de preparo do solo e semeadura utilizado. Deduz-se disto que vários sistemas de manejo podem satisfatoriamente atenderem os requerimentos primários deles esperados, tanto em termos de manutenção da capacidade produtiva do solo e eficácia de controle da erosão, quanto de melhoria e manutenção da qualidade do ambiente. Isto vem exatamente de encontro à nossa posição, contrária à disseminação indiscriminada da idéia de que a técnica de semeadura direta/plantio direto é a única e mais eficaz de todas as técnicas de preparo do solo e semeadura existentes no Brasil, sob todos os aspectos, quais sejam, os agrônômicos, os ambientais e os econômicos, dispensando, inclusive, os terraços agrícolas e permitindo que a operação de semeadura seja efetuada morro-acima e morro-abaxo na lavoura. É oportuno ressaltar aqui, mais uma vez, a necessidade urgente de se realizar pesquisas integradas, de caráter multidisciplinar, abrangendo o tema manejo e conservação do solo e da água, para evitar ou diminuir a ingerência externa nas ações dirigidas ao tema, como pode ser observado hoje no Brasil, permitida pelo insuficiente conhecimento científico no assunto, em nossas condições.

Além da mudança no conceito de preparo de solo conservacionista, foi mudado também o enfoque principal no assunto. Assim, a ênfase passou de *conservação do solo*, isto é, *produtividade da terra*, para *qualidade da água*, isto é, *gerar a menor quantidade possível de sedimentos*. No entanto, a *meta principal* do preparo de solo conservacionista permanece constante, ou seja, *reduzir a erosão acelerada*. Uma outra constante: o *resíduo cultural* permanece como a *ferramenta primária* para alcançar a *meta principal* num dado preparo de solo conservacionista. Por isso, o Serviço de Conservação do Solo do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (Soil Conservation Service – SCS, 1984) criou um *novo termo*: “Crop Residue Management – CRM”, para melhor explicitar a importância dos resíduos culturais nos preparos de solo conservacionistas. Analisemos o significado e as implicações deste novo termo, pois.

O termo Manejo do Resíduo Cultural – MRC, refere-se a uma filosofia de manejo do resíduo cultural em tempo integral, ou seja, durante o ano inteiro, para manter o nível de cobertura do solo necessário para o controle da erosão, no local específico. O termo manejo do resíduo cultural – MRC, enfatiza uma série de decisões, que irá determinar qual o nível final de resíduo cultural almejado numa lavoura. A porção requerida vai depender de outras práticas conservacionistas que podem ser incluídas no planejamento global da propriedade (Soil Conservation Service – SCS, 1994). Outros aspectos importantes a serem considerados nos preparos de solo conservacionistas, além daqueles especificamente relacionados com o manejo do resíduo cultural, para fins de controle da erosão, são: produtividade das culturas, retorno financeiro líquido, qualidade da água, economia de combustível, equipamento e mão-de-obra, assim como manejo de plantas invasoras, insetos, moléstias e fertilizantes. Todos estes aspectos necessitam ser melhor investigados no Brasil, para poder decidir-se melhor sobre qual o sistema de manejo de solo mais adequado, para uma situação específica, nas nossas condições.

## V. PERSPECTIVAS DO MANEJO E DA CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA NO BRASIL

As perspectivas do manejo e da conservação do solo e da água no Brasil podem ser várias, dependendo, fundamentalmente, da qualidade das ações futuras do indivíduo. Tais ações poderão emergir do indivíduo como pessoa (onde o caráter e a personalidade são fundamentais), como profissional (onde a competência técnica é fundamental) ou como dirigente de uma instituição

(onde a competência administrativa é fundamental). Estarão, pois, envolvidos nas ações de manejo e conservação do solo e da água no Brasil, os indivíduos que as determinam e os palcos onde eles atuam (as suas instituições). Assim, as perspectivas poderão ser várias. Analisemos, pois, tais perspectivas em relação aos vários indivíduos e às várias instituições envolvidas.

### **A. Em relação aos indivíduos determinadores das ações de manejo e conservação do solo e da água.**

Fundamentalmente, os indivíduos mais importantes, envolvidos nas ações de manejo e conservação do solo e da água, são o agricultor e o profissional de agronomia. Este último, poderá exercer suas ações por meio do exercício da profissão como professor de agronomia, engenheiro agrônomo, pesquisador de agronomia, ou dois ou mais deles, combinadamente. Analisemos, pois, as perspectivas do assunto em questão, em função das prováveis ações futuras destes indivíduos.

#### **1. O agricultor.**

Inquestionavelmente, conquistas e avanços foram conseguidos pelos agricultores em termos de manejo e conservação do solo e da água ao longo da história agrícola brasileira, alguns deles por sua própria conta e risco e esforço individual, enquanto outros pelo aproveitamento dos resultados gerados pela pesquisa agrônômica. Sem dúvida alguma, houve crescimento em ambas as partes, ou seja, no agricultor e na pesquisa. Mas por que, então, ainda existem hoje agricultores que não aproveitam o conhecimento gerado pela ciência e, também, não colocam em prática ações de manejo e conservação do solo e da água, entre outras, de boa qualidade? Não há pesquisa local suficiente? O agricultor não conhece, não domina ou não sabe implantar as tecnologias geradas e disponíveis? Ou, talvez, em função de outros fatores, o agricultor não pode utilizar, a curto prazo, os escassos recursos excedentes de sua atividade agrícola para realizar investimentos em manejo e conservação do solo e da água, os quais, geralmente, originam resultados mensuráveis somente a médio e longo prazos? O agricultor não se sentiria mais confiante, estimulado e valorizado se o poder público, de alguma forma, pudesse subsidiar, premiar ou remunerar os investimentos por ele realizados em manejo e conservação do solo e da água, cujos resultados iriam refletir-se positivamente e/ou con-

tribuir direta ou indiretamente para o bem-estar da sociedade, especialmente a urbana? Como o governo e a sociedade pretendem lidar com as questões ligadas ao envelhecimento no campo e à falta de atrativos para que os jovens nele permaneçam? Como o governo e a sociedade pensam em administrar um número cada vez maior de agricultores, excluídos do campo por falta de terra, por não conseguirem tirar da mesma o mínimo para seu sustento, porque não têm acesso às novas tecnologias, ou porque não mais possuem aptidão física para o trabalho rural (acidentados ou enfermos)?

Baseado no que foi exposto, para que as perspectivas do manejo e conservação do solo e da água no Brasil sejam boas, de parte daquilo que é de responsabilidade do agricultor, as questões acima levantadas precisam ser seriamente analisadas e soluções viáveis para elas encontradas, de modo que possam ser colocadas em prática logo, sob pena das coisas continuarem da forma como elas estão hoje, ou seja, não satisfatórias, ou até piorarem. Por outro lado, para que as perspectivas do manejo e da conservação do solo e da água no Brasil sejam boas, via de regra, os agricultores, de si mesmos, não têm muito o que mudar. Quem têm que mudar, somos nós, todos, aqui do outro lado, incluindo o governo, principalmente. Com a palavra, num primeiro momento, os senhores dirigentes políticos deste país, mas, também, os dirigentes de sindicatos rurais e outras associações ou entidades de defesa dos interesses da classe.

## **2. O profissional de agronomia.**

O profissional de agronomia poderá desenvolver suas ações de manejo e conservação do solo e da água no Brasil por meio do desempenho das funções de um professor de agronomia, engenheiro agrônomo, pesquisador de agronomia, ou dois ou mais deles, combinadamente. Vejamos, então, as perspectivas no assunto em questão, dependentes das prováveis ações futuras de cada um destes.

### **2.1. O professor de agronomia.**

Na origem da questão, o professor de uma faculdade de agronomia é, talvez, o maior responsável pela qualidade das ações futuras de manejo e conservação do solo e da água no Brasil, entre outras no campo da agronomia. Ele é o mestre. Ele é quem primeiro ensina. Se ele ensinar bem, formar-se-á, em princípio, um bom profissional de agronomia. Se ele ensinar mal, formar-se-á, em princípio, um mau profissional de agronomia. No entanto, mais tarde,

este pressuposto poderá ser revertido, dependendo, aí, única e exclusivamente, do indivíduo em si, ou seja, daquela pessoa que vem antes, que já está dentro do profissional de agronomia. Um profissional de agronomia bem formado poderá, mais tarde, vir a exercer más ações de manejo e conservação do solo e da água, assim como um profissional de agronomia mal formado poderá, mais tarde, vir a exercer boas ações de manejo e conservação do solo e da água. Isto foi notório no passado, é notório no presente e, certamente, será notório também no futuro. Independentemente disso, o professor de uma faculdade de agronomia deve, primariamente, ser efetivamente um professor de agronomia e não simplesmente um professor na agronomia, da forma como foi antes bem caracterizado. Pelo que se percebe e se sabe, hoje, no Brasil, de modo geral, há uma forte tendência dos professores das faculdade de agronomia virem a se constituírem mais em professores na agronomia, do que professores de agronomia propriamente ditos, o que é lamentável. A bem da verdade, eles não estão sendo os engenheiros agrônomos que deveriam ser (pois, na sua grande maioria, são engenheiros agrônomos por formação) no exercício de suas funções, com exceções, é claro. Parece, até, que muitos professores de faculdades de agronomia perderam (se é que algum dia tiveram) aquele sentimento de amor e aquele gosto pelo campo, assim como aquela consideração e carinho que eles deveriam ter para com o homem do campo - o agricultor. Parece que, na prática de seus ensinamentos, eles vislumbram a si mesmos, para satisfazerem vaidades pessoais, mais do que o campo e o agricultor. Eles não vão ao campo (não visitam nem o técnico e nem o agricultor) para, assim, contagiarem-se com o cheiro e as coisas do campo, tão importantes para exercerem as suas funções com sentimentos também rurais. Parece, inclusive, que não estão muito preocupados com a escassez de alimentos no mundo, os quais, diga-se de passagem, são produzidos pelo agricultor, que obtém assistência técnica do engenheiro agrônomo, que obtém ensinamentos deles, professores das faculdades de agronomia, não se dando por conta de que, na origem da questão, eles são os principais responsáveis por isto, uma vez que são os quem primeiro ensinam o que plantar, onde plantar e como plantar. A falta de sentimento rural e de maior consciência de seu papel como um todo, por parte destes professores, está fazendo com que muitos deles sejam apenas professores na agronomia e não professores de agronomia. E este quadro, parece-nos, tenderá a se acentuar ainda mais no futuro, o que nos preocupa muito em termos da formação futura do profissional de agronomia, diga-se de passagem.

Assim, com base no que foi exposto, as perspectivas do manejo e da conservação do solo e da água no Brasil, em relação àquela parte que é de responsabilidade dos professores das faculdades de agronomia, em se continuando as coisas da forma como elas estão hoje, não são boas. Mudanças consideráveis e positivas precisam ser feitas. Se esta tendência de professores nas faculdades agronomia com falta de sentimento rural e de consciência de seu papel no efetivo avanço agrônomico brasileiro continuar, o resultado será a formação de profissionais de agronomia cada vez mais limitados, tanto do ponto de vista de competência técnica, quanto de visão e abrangência de suas ações. Concluindo, o professor de uma faculdade de agronomia no Brasil precisa mudar sua forma atual de ensinar e educar, definitivamente, sob pena das ações futuras de manejo e conservação do solo e da água, entre outras, não serem as mais as de melhor qualidade, o que poderá resultar em reflexos negativos para a sociedade. Com a palavra, nós mesmos, professores das faculdades de agronomia deste país.

## **2.2. O engenheiro agrônomo.**

As perspectivas de melhoria nas ações de manejo e conservação do solo e da água no Brasil, daquela parte que é de responsabilidade do engenheiro agrônomo, estão, fundamentalmente, na dependência da qualidade de sua formação profissional, isto é, suas ações irão refletir aquilo que lhe foi ensinado e cobrado na faculdade. Se por um lado a competitividade no mercado de trabalho em agronomia é considerada por alguns como um fator negativo, outros a consideram um fator positivo. A competitividade exercida nos limites da ética profissional é saudável e benéfica, até, pois ela serve para aumentar o nível de cobrança dos profissionais e, decorrente disso, das instituições que os qualificaram e, ainda, o qualificam. No entanto, percebe-se cada vez mais, em função da denominada globalização, o impingimento de um caráter reducionista na formação acadêmica, cada vez mais destinada a resolver problemas específicos, com desvirtuamento das funções mais nobres de um engenheiro agrônomo. A disputa pelo mercado de trabalho, cada vez mais restringido e remunerando mal, aliada à falta de ética profissional, tem levado a um crescente descrédito da classe agrônômica. Não é raro, no assunto manejo e conservação do solo e da água, ver-se discussões públicas sobre uma dada tese, defendida contraditoriamente por diferentes profissionais. Muitas coisas precisam ser mudadas. A perspectiva otimista é de que, com faculdades de agronomia melhor estruturadas e profissionais melhor qualificados, com entidades e órgãos de classe e de fomento à pesquisa mais atuantes e

representativos, paralelamente a uma política agrícola mais bem definida e melhor planejada, a médio ou longo prazo, os engenheiros agrônomos possam novamente terem emprego pleno e remuneração digna, para que trabalhem com entusiasmo e coloquem em prática ações de manejo e conservação do solo e da água, entre outras, de boa qualidade. Se não houverem mudanças positivas neste sentido, as perspectivas são de que as coisas continuem como da forma elas estão hoje, ou seja, não satisfatórias, podendo, até, piorarem. Com a palavra, os dirigentes e professores das faculdades de agronomia deste país, assim como os próprios engenheiros agrônomos.

### 2.3. O pesquisador de agronomia.

O pesquisador de agronomia, por meio de suas pesquisas, é um elemento essencial no desenvolvimento de ações de manejo e conservação do solo e da água, entre outras, de boa qualidade. O professor poderá ter ensinado bem o aluno e um profissional de agronomia de boa qualidade ter sido formado. No entanto, sem a presença do pesquisador de agronomia no processo produtivo, não haverão avanços. E avançar é a palavra de ordem para a espécie humana, em todos os sentidos. Em se tratando de ciência do solo, avançar significa conhecer e entender cada vez mais as interrelações solo-clima-plantas, para saber-se melhor não só o que e onde plantar, mas, especialmente, como plantar, tendo em mente a obtenção de elevados rendimentos das culturas e, ao mesmo tempo, a preservação dos recursos naturais solo e água. Saber o que plantar, onde plantar e como plantar, para produzir alimentos sem degradar o solo e a água, constituem-se o fundamento para que as ações de manejo e conservação do solo e da água possam lograr êxito. E o pesquisador em ciência do solo é quem vai dizer isto. Sua importância no assunto em questão é, pois, indiscutível. No entanto, ele também, por si próprio, precisa ter consciência desta sua importância.

Somente o pesquisador é quem poderá descobrir o que é bom e o que não é bom em manejo e conservação do solo e da água. Ele é quem vai determinar e, em princípio, dizer se uma dada prática de manejo e conservação do solo e da água vai ser boa, para que finalidade vai ser boa e quanto vai ser boa. Mas quem é este pesquisador, que vai dizer isto? Considerando a complexidade e a abrangência do assunto em questão, rapidamente percebe-se que não será possível para um único pesquisador poder dizer tudo sobre manejo e conservação do solo e da água, ou seja, o que é bom e o que não é bom para ser usado. Vários pesquisadores no assunto são necessários para que isto possa ser dito. Pesquisar no tema em questão requer, obrigatória-



mente, esforço conjunto e multidisciplinaridade de ações. Ações humanas, diga-se de passagem Do indivíduo, fundamentalmente. E aí, então, a coisa pode começar a ficar complicada, pelo muito que já foi comentado a respeito nas seções anteriores deste trabalho. Em manejo e conservação do solo e da água há necessidade de se pesquisar conjuntamente aspectos químicos, físicos e biológicos do solo, sob diferentes sistemas de manejo e condições climáticas, relacionados com a produtividade das culturas e com a erosão do solo, conseqüentemente com a qualidade ambiental. Esta é uma pesquisa essencialmente do tipo integrada, onde profissionais dos vários ramos da ciência do solo, e de outros campos do conhecimento específico, vão atuar juntos, num mesmo experimento, com o mesmo entusiasmo, com a mesma dedicação e com a mesma responsabilidade. E como está isto, hoje, no Brasil? Lamentavelmente, mal. Muito mal. Esta necessária integração entre as diversas áreas do conhecimento específico efetivamente não existe, com raríssimas, mas raríssimas mesmo, exceções.

Do exposto, pode-se dizer que as perspectivas do manejo e da conservação do solo e da água no Brasil, daquela parte que é de responsabilidade do pesquisador de agronomia, em se continuando as coisas da forma como elas estão hoje, não são boas. Mudanças consideráveis são necessárias, principalmente de comportamento humano, do indivíduo e do profissional. Como indivíduo, ele deve pensar menos em si (posição social e científica, artigo científico, currículo, bolsa de produtividade em pesquisa do CNPq, etc.) e mais no coletivo (a sociedade que o remunera e, assim, permite-lhe viver uma vida privilegiada, comparada à vida da maioria dos brasileiros). Como pesquisador, ele deve pensar mais em pesquisa integrada, de caráter coletivo e multidisciplinar, de modo que os resultados de seus achados científicos possam ser combinados com os resultados dos achados científicos de outros, seus colegas, convergindo tudo para o mesmo ponto e tornando-se realmente válidos para o propósito final da pesquisa em manejo e conservação do solo e da água, qual seja, o de desenvolver tecnologias para o estabelecimento e manejo de agroecossistemas de elevadas capacidades produtiva e de auto-sustentação. Com a palavra, os senhores dirigentes das instituições de pesquisa e nós mesmos, pesquisadores em ciência do solo, deste país.

### **B. Em relação aos palcos de atuação para desenvolvimento das ações de manejo e conservação do solo e da água.**

Os palcos de atuação, aqui, referem-se aos locais onde os indivíduos pensam, decidem e recomendam ações de manejo e conservação do solo e

da água, pressupostamente de boa qualidade. Eles são vários. Analisemos, pois, os principais deles.

### **1. Instituições de ensino.**

Com base na retrospectiva anteriormente efetuada, algumas perspectivas podem ser vislumbradas em relação aquilo que as instituições de ensino podem fazer, não só para melhor qualificarem seus alunos, futuros profissionais de agronomia, como também para auxiliá-los na obtenção de uma vaga no mercado de trabalho, cada vez mais competitivo, excludente e destituído de ética profissional. De imediato, verifica-se que impõe-se a necessidade de integrar os conhecimentos das várias disciplinas ao final do curso de agronomia, para que se possa colocar o aluno formando em contato com a realidade, tanto do produtor em si, quanto da agricultura em geral, de modo que ele possa ter uma visão conjunta e exercitar a aplicação de todos os conhecimentos adquiridos durante sua vida acadêmica. Isto possibilitaria aos futuros e eminentes engenheiros agrônomos, enquanto ainda acadêmicos, preencherem lacunas no seu conhecimento, consolidarem conceitos já vistos e atualizarem-se com as novidades da ciência, ou seja, o que evoluiu durante os últimos semestres da faculdade. Em termos gerais, este procedimento pode ser comparado ao estágio requerido pelas faculdades de medicina a seus futuros médicos e, de forma análoga, certamente propiciaria maior segurança aos já quase engenheiros agrônomos em sua nova empreitada. Em outras palavras, esta seria uma oportunidade para que o indivíduo, ainda aluno, pudesse familiarizar-se com a complexidade das ações de manejo e conservação do solo e da água, entre outras, nos mais variados ambientes, ao mesmo tempo em que, também, criar-se-ia oportunidade para formar e/ou estimular aqueles indivíduos com capacidade para tornarem-se indivíduos empreendedores. Esta prática poderia ser efetivada por meio da realização de estágios bem planejados e supervisionados, com a participação de empresas, órgãos públicos, sindicatos, órgãos de classe e, principalmente, agricultores. De outro modo, isto também poderia ser levado a efeito pela criação de uma disciplina terminal no curso, de caráter multidisciplinar, orientada por um grupo de professores dos grandes campos do conhecimento agrônômico. Pelo que se tem observado, os estágios curriculares obrigatórios e, até mesmo, as residências agrônômicas requeridas em algumas faculdades de agronomia do país, ainda não conseguiram alcançar plenamente tais metas. As residências agrônômicas têm servido para seleção e treinamento de futuros candidatos a cursos de pós-graduação, mais do que para proporcionar uma visão inte-

grada de agronomia propriamente dita. A razão principal para este estado de coisas, no nosso entender, é a falta de acompanhamento, participação e interesse por parte dos professores dos grandes campos do conhecimento agrônomo, em relação a esta preocupação com o futuro profissional de agronomia. Isto precisa ser séria e rapidamente analisado pelos diretores e professores das faculdades de agronomia, de modo que as ações futuras de manejo e conservação do solo e da água no Brasil, entre outras, sejam as de melhor qualidade possível, para melhor beneficiarem a sociedade.

A discussão e o julgamento do grau de adequação dos pontos acima citados à realidade local e posterior implementação das mudanças cabíveis, dentro de cada instituição de ensino, certamente poderão constituir-se em boas perspectivas para que os indivíduos nelas formados possam executar com êxito a importante tarefa de manejar e conservar o solo e a água sobre as terras agrícolas. Mas, para que isto aconteça, mudanças consideráveis e positivas precisam ser feitas, sob pena das coisas continuarem da forma como elas estão hoje, ou seja, não satisfatórias, ou até piorarem. Com a palavra, os senhores dirigentes das instituições de ensino e os administradores da educação deste país.

## **2. Instituições de pesquisa.**

Já há muito tem sido propugnada a integração de ações desenvolvidas pelas diferentes instituições de pesquisa, sejam elas de âmbito regional, estadual ou nacional. No entanto, isto ainda não foi concretizado como prática corriqueira, embora já se tenham algumas experiências brasileiras bem sucedidas. Em decorrência da disponibilidade cada vez menor de recursos financeiros e humanos (pesquisadores, técnicos e pessoal de apoio), destinados à pesquisa pública no Brasil, é fundamental que cada vez mais sejam conduzidos estudos integrados, de caráter multidisciplinar, planejados para estudar os diversos aspectos de um mesmo tema, ou seja, procurando a prática da complementaridade e complexidade. Para esta finalidade, experimentos de longa duração deveriam ser planejados e implantados em diversas regiões de cada estado. Desta forma, os problemas previamente identificados e que se constituíram nos objetivos do estudo poderiam ser monitorados, as respostas quantificadas e analisadas e novos problemas detectados. Além de permitir a integração entre pesquisadores e instituições, para troca de experiências, baseada em dados cientificamente obtidos e documentados, este tipo de experimentação estimularia a participação de profissionais que atuam na assistência técnica e extensão rural, produtores e empresas do ramo

agrícola, pois ela se constituiria num laboratório permanente de tomada de observações, detecção de novos problemas e teste de novas técnicas ou tecnologias, com uma característica nova muito importante, qual seja, tais parcelas experimentais representariam uma extensão das lavouras dos agricultores e, deste modo, os problemas seriam primeiramente detectados nelas e não nas lavouras dos agricultores, os quais, quando deste último modo acontece, têm que arcar com os eventuais prejuízos. Em resumo, a pesquisa poderia antecipar-se em relação ao que poderá surgir nas lavouras, e não o contrário, ou seja, após os problemas terem surgido nas lavouras dos agricultores é que a pesquisa irá ser demandada para resolvê-los. Com isto, ganhar-se-ia um tempo precioso, e os extensionistas, agricultores e dirigentes de empresas do ramo agrícola, de modo geral, teriam maior interesse em participar desta troca de experiências. Esta forma de atuação participativa entre instituições de pesquisa já vem sendo adotada com sucesso em alguns países. No Brasil, algumas instituições também têm conseguido êxito com esta forma de trabalho conjunto, porém as ingerências governamentais (suspensão de financiamento, não reposição de pessoal, troca de prioridades devido à políticas regional ou local), associadas à falta de treinamento e habilidade dos nossos pesquisadores em trabalhar de forma integrada, têm se constituído num grande obstáculo para que experimentos deste tipo possam ser conduzidos por longos períodos de tempo (preferencialmente, eles nunca deveriam ser desativados) e de acordo com princípios científicos, mas sempre inseridos na realidade do local de abrangência.

A participação das instituições de pesquisa no estudo e solução de problemas relacionados com o manejo e a conservação do solo e da água, assim como no desenvolvimento e implantação de novas tecnologias (ou processos) foi, e continuará sendo, fundamental para o avanço sustentável da agricultura brasileira, assim como para o bem-estar das populações rural e urbana. Assim, para que as perspectivas do manejo e da conservação do solo e da água no Brasil sejam boas, daquela parte que é de responsabilidade das instituições de pesquisa, mudanças consideráveis e positivas precisam ser feitas, sob pena das coisas continuarem da forma como elas estão hoje, ou seja, não satisfatórias, ou até piorarem. Com a palavra, os senhores dirigentes das instituições de pesquisa e os dirigentes políticos deste país.

### **3. Instituições de extensão.**

Como referido anteriormente, as instituições de assistência técnica e extensão rural, tanto as públicas, como as privadas, têm ainda um papel

muito importante a cumprir em relação às ações de manejo e conservação do solo e da água, entre outras, no Brasil. Pode-se citar como exemplos a necessidade de se conseguir uma integração efetiva entre o ensino e a pesquisa agrônômicos e as instituições de assistência técnica e extensão rural e, por conseguinte, integrar o produtor, os profissionais de ensino e pesquisa e os profissionais de extensão. Para que isto aconteça, no entanto, é fundamental que os colegas extensionistas tenham maior acesso aos experimentos de campo e de laboratório, conduzidos nas universidades e outros centros de pesquisa, e às publicações científicas por elas geradas, bem como tenham um preparo tal que permita a eles repassarem os resultados da pesquisa aos agricultores. Muitas tentativas realizadas neste sentido tiveram pleno êxito, com resultados positivos em termos de manejo e conservação do solo e da água no Brasil. No entanto, atualmente, as perspectivas para que isto continue não são nada animadoras, tendo em vista o que se vê e se ouve, principalmente em termos da extensão praticada por órgãos públicos oficiais em nosso país. Há, em regra geral, uma clara campanha de redução (alguns falam até em extinção) da função pública da atividade de extensão rural no Brasil, já que esta estaria voltada para atender mais os interesses de pequenos e médios produtores rurais que, reconhecidamente, possuem pouca força para desenvolverem e exercerem pressões políticas, embora eles não saibam a força potencial que eles realmente têm. Os grandes proprietários não têm muito interesse por este tipo de prestação de serviço público, pois necessitam de assistência técnica em tempo integral e personalizada para a resolução de seus problemas e/ou adoção de novas tecnologias. Para este tipo de produtor, a maioria das empresas fornecedoras de insumos têm grande interesse em prestar “assistência técnica”, não raras vezes priorizando alguns aspectos do sistema de produção, em detrimento de outros, de interesses social e ambiental mais amplos. Igualmente, a perspectiva poderá ser muito ruim se a forma de atuação da extensão rural no Brasil não se atualizar ou modernizar, isto é, se ela continuar a atuar por meio da forma de demanda por produtos específicos e, adicionalmente, não enfocar as atividades desenvolvidas nas propriedades de forma integrada e inseridas em pequenas ou médias bacias hidrográficas. Neste aspecto, todos os requisitos anteriormente citados em relação às ações de manejo e conservação de solo e água, devem ser do conhecimento do extensionista, de modo que ele possa planejar e implantar, eficiente e economicamente, técnicas adequadas a cada situação de bacia hidrográfica, tipo de produtores rurais e sistemas de manejo e cultura empregados. A atuação dos colegas engenheiros agrônomos e outros profissionais na atividade de extensão rural, no campo, também poderia ter uma melhor perspectiva caso eles não estivessem sob constantes

interferências negativas (politicagem), causadas pelos governos, sejam eles de âmbito municipal, estadual ou, mesmo, federal.

Uma atuação eficaz dos extensionistas rurais passa, obrigatoriamente, por uma clara definição de suas atribuições funcionais e pelo estabelecimento de condições mínimas de trabalho. Deste modo, eles poderão desenvolver bem e com ética suas atividades, não somente em relação às ações de manejo e conservação do solo e da água, mas também nas demais áreas que relacionam o indivíduo agricultor e sua família com o ambiente em que vivem e trabalham. Desta forma, as perspectivas do manejo e da conservação do solo e da água no Brasil, daquela parte que é de responsabilidade do extensionista rural, em se continuando as coisas da forma como elas estão hoje, não são boas. Mudanças consideráveis e positivas precisam ser feitas, sob pena das mesmas, até, piorarem. Com a palavra, os senhores dirigentes das instituições de assistência técnica e extensão rural e os dirigentes políticos deste país.

#### 4. Entidades e associações de classe.

Como já apresentado e comentado anteriormente, as entidades e associações de classe, especialmente as sociedades estaduais de agronomia e as associações regionais e municipais de engenheiros agrônomos, estão deixando a desejar no que diz respeito ao pleno cumprimento de suas atribuições primárias, salvo melhor juízo. O cumprimento integral de seu papel é fundamental para o crescimento e bom andamento de tudo aquilo que se relaciona com a agronomia. Sejam assuntos polêmicos de natureza técnica ou de política agrícola, sejam assuntos relacionados com ética profissional ou, mesmo, ligados ao ensino em agronomia, todos, necessariamente, deveriam antes passar por estas entidades e associações de classe, em fóruns específicos de discussão, para tomada de posição e manifestação a respeito, em nome da classe agrônômica, e não por meio de ações isoladas de um indivíduo ou grupo de indivíduos. A defesa dos interesses de classe é fundamental que seja feita, qualquer que seja ela. A nossa classe, a de engenheiros agrônomos, está muito desvalorizada, hoje, no Brasil, lamentavelmente. Ousamos, até, dizer que ela está próxima da descrença, se rigorosamente analisarmos os fatos. Isto não pode continuar assim. As nossas entidades e associações de classe não podem ficar omissas a isto. É necessário que seus dirigentes e nós, seus associados, acordemos para a realidade e passemos a agir, imediata e intensamente, sob pena de julgar-se que o engenheiro agrônomo não é mais necessário no Brasil.

Com base no que foi exposto, as perspectivas do manejo e da conservação do solo e da água no Brasil, daquela parte que é de responsabilidade das nossas

entidades e associações de classe, em se continuando as coisas da forma como elas estão hoje, não são boas. Poderão, inclusive, até piorarem. Mudanças positivas e imediatas necessitam ser feitas. A mais importante delas, no momento, é o devido reconhecimento por parte destas entidades e associações de classe de suas responsabilidades na missão de resgate da credibilidade e importância do engenheiro agrônomo para a sociedade brasileira, para que as ações futuras de manejo e conservação do solo e da água no Brasil, entre outras, tenham o respaldo da mesma. Com a palavra, os senhores dirigentes destas entidades e associações de classe em agronomia no Brasil, assim como nós, seus associados.

### 5. Sociedades científicas.

Quanto às sociedades científicas, no caso em questão a Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, e seus Núcleos Regionais, poderiam estar desempenhando melhor seu papel, principalmente a primeira, por tratar-se da sociedade-mãe, especificamente constituída para tratar de assuntos relacionados com a ciência do solo, como é o assunto em questão. Tais sociedades precisariam atuar mais, em conjunto, no sentido de protegerem melhor os interesses da ciência do solo brasileira, assim como do pesquisador em ciência do solo.

A Sociedade Brasileira de Ciência do Solo precisaria repensar seus eventos científicos, de modo a torná-los mais eficientes, como já foi comentado anteriormente. Uma ação importante que poderia ser implementada, baseada nas questões levantadas e discutidas nas assembléias gerais dos eventos científicos em ciência do solo realizados no país, seria a elaboração de uma lista com as necessidades mais urgentes de serem atendidas, por parte do governo federal, relacionadas com o uso do solo no Brasil para fins agrícolas, e seu posterior encaminhamento aos órgãos competentes para conhecimento e tomada de providências, exigindo, no entanto, posição oficial sobre as mesmas. Outra ação que poderia ser implementada pela nossa Sociedade, seria a criação de fóruns específicos, tanto para discussão de assuntos polêmicos em ciência do solo, para posicionar-se a respeito, quanto para levantamento de necessidades e prioridades de pesquisa em solos para o país, nas suas diversas regiões. Uma lista como esta, contendo as reais necessidades e prioridades de pesquisa em solos para o país, poderia ser encaminhada aos órgãos oficiais de fomento e financiamento de pesquisa brasileiros, para auxiliá-los na análise de pedidos de recursos para pesquisa, de modo que fossem aprovados somente aqueles projetos de pesquisa, e bolsas de estudo a eles associadas, que contemplassem tais necessidades e prioridades. Certamente, outras ações poderiam ainda serem implementadas pela nossa Sociedade, a se pensar a respeito.

Baseado no que foi exposto, as perspectivas do manejo e da conservação do solo e da água no Brasil, daquela parte que é de responsabilidade da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, e seus Núcleos Regionais, em se continuando as coisas da forma como elas estão hoje, não são as melhores. Mudanças positivas são, aqui, também necessárias, sob pena das ações futuras de manejo e conservação do solo e da água no Brasil serem colocadas em prática sem o devido respaldo científico, o que poderá resultar em prejuízos para a sociedade e para o país. Com a palavra, os senhores dirigentes da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo e seus Núcleos Regionais, assim como nós, pesquisadores em ciência do solo brasileiros à ela associados.

## 6. Órgãos de fomento e financiamento de pesquisa.

Os órgãos de fomento e financiamento de pesquisa também possuem papel importante no desenvolvimento de ações de manejo e conservação do solo e da água de boa qualidade, entre outras, no Brasil, pois são os recursos por eles concedidos que possibilitarão a execução das pesquisas agrícolas necessárias que, por sua vez, darão o devido suporte científico às ações técnicas planejadas, para que elas possam ser levadas com segurança ao agricultor.

Devido à escassez de recursos (ou, deliberadamente, a intenção de não disponibilizá-los) para financiar a pesquisa agrícola brasileira, os órgãos de fomento e financiamento de pesquisa deveriam procurar contemplar, também, aqueles projetos de pesquisa que procuram soluções para uma realidade agrícola regional, e não somente a nível nacional. Para isso, os consultores “ad hoc” de tais órgãos deveriam, obrigatoriamente, conhecerem as reais necessidades e prioridades de pesquisa regional, além da nacional, as quais poderiam emanar das discussões e recomendações dos congressos científicos (regionais e/ou nacionais). Isto seria possível por meio da consulta, por parte destes consultores “ad hoc”, a um mapa que mostrasse as reais necessidades e prioridades de pesquisa em solos para o país, como aquele que há pouco falamos, que poderia ser elaborado pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo e por ela encaminhado aos órgãos financiadores de pesquisa, como já comentado. Para poder contemplar as instituições de pesquisa com o que foi sugerido, no entanto, os órgãos de fomento e financiamento de pesquisa deveriam, prioritariamente, estimular aquelas pesquisas agrícolas de longa duração e conduzidas de forma integrada (problemas estudados, instituições envolvidas, etc.), inclusive com a participação de produtores rurais, extensionistas e empresas do ramo agrícola. Outra contribuição que os órgãos de fomento e financiamento de pesquisa poderiam dar, seria estimular a retro-



alimentação entre pesquisa-extensão rural-agricultor, ou seja, foi detectado um problema agrícola, que resultou em estudo por parte da pesquisa, que gerou resultados ou conclusões a respeito. Estes resultados poderiam ser publicados em linguagem mais simples, como, por exemplo, boletins técnicos (valorados cientificamente), que poderiam ser distribuídos aos extensionistas e produtores rurais.

Uma atuação forte destes órgãos de fomento e financiamento de pesquisa junto aos governos e empresas poderá resultar, pelo menos, numa quantidade de recursos mínima necessária que, por sua vez, convenientemente destinada e eficientemente empregada pelas instituições de pesquisa, poderá reverter em benefícios dobrados à sociedade que, em última instância, é a responsável direta pela geração destes recursos. Assim, as perspectivas do manejo e da conservação do solo e da água no Brasil, daquela parte que é de responsabilidade dos órgãos de fomento e financiamento de pesquisa brasileiros, em se considerando as questões levantadas e fazendo as mudanças necessárias, poderão ser promissoras. No entanto, em se continuando as coisas da forma como elas estão hoje, ou seja, não satisfatórias, elas assim continuarão ou, até, poderão piorar. Com a palavra, os senhores dirigentes destes órgãos e os senhores administradores da ciência e tecnologia no país.

## **7. Empresas do ramo agrícola.**

As empresas do ramo agrícola deveriam continuar participando das atividades de ensino e pesquisa, colocando seus produtos à disposição, para conhecimento dos alunos das faculdades de agronomia ou para testes e avaliações da pesquisa, recebendo, como contrapartida, os resultados que lhes poderão ser úteis. Também, estas empresas poderiam, nos espaços à elas reservados nos eventos técnico-científicos, proporem linhas de pesquisa ou problemas a serem pesquisados. Outra contribuição importante que poderia ser dada por estas empresas, seria a disposição delas em receberem alunos estagiários, promovendo uma retroalimentação entre ensino-agricultura-empresa, bem como organizarem dias de campo para a discussão “in loco” de problemas (ou soluções) relacionados, direta ou indiretamente, com os produtos por elas produzidos e/ou comercializados.

Baseado no que foi exposto, existem boas perspectivas para que se possa contar novamente com o apoio e a participação das empresas do ramo agrícola na geração de conhecimentos e no estabelecimento de ações de manejo e conservação do solo e da água de boa qualidade, entre outras, no Brasil, desde que as questões levantadas sejam devidamente consideradas e

colocadas em prática. Pois, em se continuando as coisas da forma como ela estão hoje, ou seja, não satisfatórias, elas assim continuarão ou, até, poderão piorar. Com a palavra, os senhores dirigentes das empresas do ramo agrícola deste país, assim como vários outros indivíduos, inclusive nós, professores e pesquisadores em agronomia brasileiros.

### **C. Em relação ao manejo e conservação do solo e da água propriamente dito.**

Para uma melhor discussão das perspectivas do manejo e da conservação do solo e da água propriamente ditos, no Brasil, é interessante analisar os sistemas de manejo do solo sob dois aspectos, quais sejam, do ponto de vista de produtividade das culturas e o do ponto de vista de controle da erosão e qualidade ambiental. Analisemos, pois, estes aspectos.

#### **1. Em termos de manutenção da capacidade produtiva do solo.**

Houve, comprovadamente, no Brasil, um aumento na produtividade física (quilos de produto produzido por unidade de área) da maioria das culturas ao longo do tempo, especialmente das culturas anuais em fileiras destinadas à produção de grãos. No entanto, verifica-se ainda uma grande disparidade ou heterogeneidade na produtividade destas culturas. Tanto as produtividades médias, quanto as máximas, estão muito aquém do teto de produção já atingido pela experimentação brasileira e, mais ainda, dos recordes mundiais já alcançados. Mesmo com a adoção intensiva da semeadura direta/plantio direto, notadamente nos últimos dez anos, a produtividade da maioria das culturas ainda é muito semelhante às obtidas com o método convencional de preparo do solo e semeadura, em que pese ser o primeiro um método de preparo mais rigoroso, tanto do ponto de vista de conservação do solo e da água, quanto de uso de insumos, máquinas e implementos agrícolas. As causas apontadas para explicar tal fato, são inúmeras e diferem entre locais, mesmo dentro de uma mesma propriedade. Desta forma, pesquisas multidisciplinares devem ser levadas a efeito para o melhor entendimento destas causas, pelo menos nos principais ecossistemas brasileiros, para compreender melhor, por exemplo, as relações entre produtividade das culturas e propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Igualmente importantes, são os estudos sobre manejo de invasoras, pragas e doenças; avaliação de cultivares ou espécies adaptadas aos diferentes métodos de preparo do solo e semeadura e danos

provocados à estrutura do solo devido ao tráfego de máquinas, entre outros. Também, há necessidade de realizar-se mais estudos para determinar a relação entre energia empregada (insumos, trabalho, máquinas) e energia resultante (grãos, resíduos), presentes no processo global de produção de grãos, a qual, pelo menos, não deveria ser negativa.

Outra questão fundamental a ser estudada é a relação entre produtividade física e lucratividade financeira de uma dada lavoura. Nem sempre uma lavoura altamente produtiva (kg de grãos por ha) é, também, proporcionalmente lucrativa, financeiramente falando (R\$ no bolso, líquidos). Em parte, esta constatação pode ser explicada pela grande instabilidade econômica e monetária que vem sendo vivenciada há anos no Brasil. Isto dificulta o estabelecimento de modelos para estimar-se, com a devida antecedência, os valores mais favoráveis daquela relação, para fins de planejamento do sistema de produção dos agricultores (tipos de culturas e respectivas áreas semeadas).

Embora o grande avanço da pesquisa no assunto manejo e conservação do solo e da água no Brasil, ainda são raros os resultados de pesquisas que avaliaram, sob o aspecto econômico, os benefícios indiretos que os métodos de preparo do solo denominados conservacionistas propiciaram à sociedade (rural e urbana). Caso tivéssemos estas informações, certamente os produtores e extensionistas rurais teriam em mãos critérios melhor definidos para a escolha do método de preparo do solo e semeadura mais adequado às suas realidades. Igualmente, o governo poderia utilizar-se destes critérios para estabelecer uma política de incentivos ou subsídios para aqueles agricultores que empregassem sistemas conservacionistas de manejo do solo.

Com base no exposto, as perspectivas do manejo e da conservação do solo e da água no Brasil, em termos de manutenção da capacidade produtiva do solo das terras agrícolas, poderão ser promissoras, desde que as questões levantadas sejam consideradas e colocadas em prática. Caso contrário, corre-se o risco das coisas continuarem da forma como elas estão hoje, ou seja, não satisfatórias, ou, até piorarem.

## **2. Em termos de controle da erosão e preservação do ambiente.**

Diz-se, hoje, no Brasil, que temos conhecimento científico suficiente para distinguir entre os sistemas de manejo do solo que poderão permitir elevada erosão do solo (perda de solo da lavoura) e os sistemas que irão substancialmente reduzi-la. Ao mesmo tempo, é comum também ouvir-se dizer que os sistemas de manejo que reduzem substancialmente a erosão do solo irão, também, reduzir substancialmente os problemas ambientais decorrentes

dos produtos da erosão (assoreamento de valas e leitos de rios por sedimentos, assim como poluição da água por sedimentos e substâncias químicas à eles adsorvidas e/ou dissolvidas na água do escoamento superficial). Em parte, isto é verdadeiro, mas de outra parte poderá não sê-lo, dependendo de condições. É certo que os sistemas de manejo do solo considerados conservacionistas, ou seja, aqueles que adotam métodos de preparo do solo conservacionistas, com o adequado manejo dos resíduos culturais, irão reduzir substancialmente a erosão do solo na lavoura, comparados aos sistemas de manejo em que o preparo do solo e o manejo dos resíduos culturais não atendem os requerimentos básicos para que eles possam ser considerados manejos conservacionistas, como, por exemplo, os sistemas que adotam o método convencional de preparo do solo e semeadura. No entanto, isto não deve ser interpretado como sendo suficiente para podermos dizer que sabemos tudo a respeito da erosão do solo e suas consequências ambientais. Vejamos, pois, alguns aspectos relacionados à esta questão, antes de posicionarmo-nos melhor sobre as perspectivas do manejo e da conservação do solo e da água no Brasil.

Um dos aspectos importantes a serem considerado, básico, é a falta de conhecimento dos valores de tolerância de perda de solo por erosão para os solos brasileiros, tanto do ponto de vista de produtividade das culturas (relacionada com a redução da capacidade produtiva do solo na lavoura, por remoção do solo superficial pela erosão), quanto do ponto de vista de qualidade ambiental (relacionada com os problemas de erosão fora da lavoura, mas oriundos da mesma, tais como sedimentação e poluição das fontes de água pelos produtos da erosão – sedimentos e substâncias químicas na enxurrada). A tolerância de perda de solo por erosão para fins de manutenção da capacidade produtiva do solo na lavoura obedece à determinadas especificações ou “standards” (padrões), enquanto a tolerância de perda de solo por erosão para fins de manutenção da qualidade ambiental (associada aos problemas de erosão fora da lavoura, mas oriundos da mesma) obedece, em princípio, à outros padrões. Os padrões para a primeira finalidade certamente são menos rigorosas do que para a segunda, como anteriormente comentado. Estas especificações, no entanto, ainda não foram investigadas para as condições brasileiras. Na verdade, esta constitui-se uma das principais lacunas no campo da pesquisa em manejo e conservação do solo e da água no Brasil. O pouco que se conhece sobre este assunto, ainda não é suficiente para poder-se estabelecer valores de tais padrões e usá-los como referência no julgamento da eficácia das práticas de manejo de solo em uso no país, tanto do ponto de vista de manutenção da capacidade produtiva do solo (controle da perda de solo na lavoura), quanto da qualidade do ambiente (controle dos

sedimentos de erosão oriundos da lavoura), mas especialmente esta última finalidade. Pesquisas integradas, de caráter multidisciplinar, devem ser feitas para o melhor entendimento de todos os aspectos relacionados a este assunto.

Com base no que foi exposto, as perspectivas do manejo e da conservação do solo e da água no Brasil, no que se refere ao controle da erosão e preservação do ambiente, em se continuando as coisas da forma como elas estão hoje, ou seja, não satisfatória, não são boas. Isto porque ainda não foi devidamente comprovado pela pesquisa que os sistemas de manejo do solo em uso no país são completamente eficazes em termos de controle da erosão do solo, ou seja, ainda não se sabe se uma dada redução da perda de solo na lavoura, por um dado sistema de manejo, permitirá manter a capacidade produtiva do solo e, ao mesmo tempo, a qualidade do ambiente. Ainda estamos longe de conhecer bem isto, devido à falta de tais especificações e padrões, para constituírem-se em critérios e valores de referência. Mudanças positivas são necessárias, tanto do ponto de vista de comportamento do indivíduo em si, em relação à algumas de suas idéias e ações, atualmente em vigor, quanto dele como pesquisador, em relação ao tipo e método de pesquisa que vêm sendo empregados no país neste assunto. Se não houverem estas mudanças, já desde cedo, corremos o risco de, novamente, nos defrontarmos com aqueles mesmos problemas relacionados à capacidade produtiva dos nossos solos agrícolas e com a degradação do nosso ambiente, como aconteceu em passado recente, seja aqui, seja acolá, resultantes da equivocada idéia, e absurda generalização, de que somente aquele sistema de manejo que utilizar o método de semeadura denominado semeadura direta/plantio direto é capaz de resolver todos problemas agronômicos e ambientais brasileiros, a baixo custo, e, assim, obrigatoriamente deve ser o sistema a ser adotado por todos os agricultores do país, sem necessidade alguma de nos preocuparmos com o estudo e desenvolvimento de outros sistemas alternativos. Ao nosso ver, esta é uma forma estreita e, supostamente, interesseira de se ver as coisas, e, portanto, inaceitável dos pontos de vista científico e moral e perigosa do ponto de vista de aceitação prática. Por favor, todos os profissionais de agronomia deste país, alertemo-nos para isto e repensemos seria e profundamente esta forma atual de disseminar idéias e recomendar práticas, e mudemos, se for o caso, para que as ações futuras de manejo e conservação do solo e da água no Brasil sejam de boa qualidade, com benefícios garantidos para a sociedade.

## VI. MENSAGEM FINAL

“Querer é poder; a palavra impossível só se encontra no dicionário dos fracos; é muito melhor errar tentando fazer alguma coisa, do que acertar por omissão; as coisas podem ter o hábito de virem andando erradas, mas isto não necessariamente significa que elas devam continuar erradas”.

De quem são estes ditos populares? Isto pouco importa, mas certamente foram de pessoas que pensaram longe, larga e profundamente. O que realmente importa, aqui e agora, é tomá-los sério, pensá-los profundo e usá-los bem. É difícil de fazer isto? Difícil não é, mas fácil também não. Mas não é impossível. Então, se não é impossível, vamos fazê-lo ou, pelo menos, tentar fazê-lo. Muitas coisas na vida realmente não são fáceis de serem feitas, mas vale a pena, pelo menos, tentar fazê-las. Mesmo que elas pareçam uma utopia, pois a própria utopia serve. A utopia serve? Sim, a utopia serve. Para que serve a utopia? A resposta está aí, abaixo.

“Nossa utopia está no horizonte.

Ela nos faz caminhar!

Ela está no horizonte.

Me aproximo dois passos,

ela se afasta dois passos.

Caminho dez e o horizonte

corre dez passos.

Por mais que eu caminhe,

jamais a alcançarei.

Para que serve a utopia?

Serve para isso, para caminhar!”

(Eduardo Galeano)

Então, caros colegas, amigos e companheiros de luta contra a degradação dos recursos naturais solo e água deste país, reconhecemos a serventia da utopia e caminemos, juntos. De mãos dadas. Na mesma estrada. Na mesma direção. No mesmo passo. Caminemos pensando que muitas coisas ficam ruins porque nós assim as permitimos. Caminemos pensando que muitas coisas ruins podem ser mudadas - é só uma questão de querermos, ou não, mudá-las. Caminemos pensando que se as coisas não estão boas hoje para nós e se nós não fizermos nada a respeito, com certeza elas estarão piores amanhã para nossos filhos. Caminemos pensando que se nossos filhos são

importantes para nós, se nós realmente gostamos muito deles, e se nós por meio deles queremos garantir a nossa marca, o nosso sangue, assumindo nossa parte no processo natural de perpetuação da espécie, nós precisamos fazer alguma coisa por eles, pelos filhos, netos, bisnetos, tataranetos e os outros que hão de vir deles. Caminhemos pensando que para mudar, para fazermos alguma coisa pelos outros, nós precisamos abdicar de algumas coisas nossas muito individuais. Caminhemos pensando que para abdicarmos de algumas coisas nossas muito individuais, nós precisamos ser humildes, para nos enxergarmos melhor e cedermos a nós mesmos. Caminhemos pensando que para sermos humildes, para nos enxergarmos melhor e cedermos a nós mesmos, nós precisamos ter amor no coração. Amor! Eis tudo, a palavra mágica, amor. A palavra mais forte e significativa em qualquer língua dos humanos ou grunhido dos animais, existente no universo. A palavra do E.T. E nós não temos mais amor em nossos corações. Então, companheiro, paremos um pouco e, primeiro, procuremos encontrar esse amor perdido de nossos corações, para depois prosseguirmos nossa conjunta caminhada. E onde estará esse amor perdido de nossos corações? Ele está aqui, em nós mesmos, dentro de nós. E como resgatar esse amor? Despojando-nos de todas essas vestes artificiais que, enganosa e interesseiramente, nos vestiram, para encobrir nossas fraquezas e limitações, para disfarçar o nosso real tamanho perante Deus, tornando-nos nus, completamente nus, como Deus nos fez, a sua imagem e semelhança, e abraçando-nos forte. Abraçarmo-nos forte, assim, nus? Sim, abracemo-nos forte, assim, completamente nus. Você está com medo disso? O que significa esse nu para você? Se você está com medo disso, meu caro amigo, desse nu, é porque você tem maldade dentro de si, dentro da sua alma, dentro do seu coração. Sua alma está impura e seu coração pulsa movido por inveja e ódio. Estão lhe faltando pureza na alma e amor no coração. Você não tem pureza na alma e amor no coração para amar e ser amado, de forma limpa. Você está sujo. Você precisa lavar-se. Você precisa purificar-se. Mergulhe, humilde e profundamente, dentro de si mesmo e faça isto. Já. Lave-se. Purifique-se. E volte à tona. E junte-se novamente a nós, porque agora você tem condições de permanecer entre nós. Agora você já pode nos abraçar e deixar-se abraçar por nós. Agora você já pode nos amar e deixar-se amar por nós. Completamente nu, sem nenhum medo, sem ver nenhuma maldade nesse ato. Porque agora você está despojado daquelas vestes artificiais que, enganosa e interesseiramente, lhes vestiram. Agora você está nu, mas puro. Agora você tem pureza na alma e amor no coração. Agora, então, nós podemos prosseguir nossa interrompida caminhada, companheiro. Juntos outra vez. Na mesma estrada. Na mesma direção. No mesmo passo. Vamos caminhar cantando em coro,

alto e de mãos dadas, a canção símbolo da força e esperança, da paz e amor entre os homens, também a canção daqueles que ainda não encontraram uma razão maior para sua existência, o lindo “*Imagine*”, do imortal John Lennon, que diz assim:

“Imagine que não há céu.  
É fácil, basta tentar.  
Nenhum inferno embaixo de nós.

E, em cima, só firmamento.  
Imagine todo mundo  
vivendo prô dia de hoje.

Imagine não haver países;  
não é difícil imaginar.  
Nada porque matar ou morrer.  
Nem religião também.  
Imagine todo mundo  
vivendo sua vida em paz.  
Você pode dizer que sou um sonhador.

Mas não sou o único, não.  
Imagine não haver propriedade;  
duvido que você consiga.  
Nem lugar para a gula ou a fome.  
Uma fraternidade de homens.  
Imagine todo o mundo dividindo tudo.  
Você pode dizer que sou um sonhador.

Mas não sou o único, não.  
Espero que algum dia  
você se junte a nós.

E o mundo será uma coisa só”

(John Lennon)

Este mundo imaginário do John Lennon, companheiro, pode ser possível – pode tornar-se real. Depende de nós, de nós dois, de mim e de você, única



e exclusivamente. Depende do amor que existe em nós. Se ele é verdadeiro ou não. Se nos amarmos verdadeiramente um ao outro, será possível fazer deste mundo imaginário do John Lennon um mundo real para nós. E nós poderemos viver nele, juntos, em estado físico, pelo tempo de vida que ainda nos resta. E quando nós formos, desta para a outra vida, em que passaremos do estado físico para o espiritual, na verdade, nós não iremos, companheiro. Nós vamos permanecer aqui, neste mesmo lugar, neste mesmo mundo real de sonhos que um dia juntos concretizamos e juntos nele vivemos, quando em estado físico, mas agora em estado espiritual, santo, junto com John Lennon, e junto também com nossos filhos, ainda em seu estado físico, mantendo o ciclo da vida, hoje e sempre, para toda a eternidade. Abençoados sejamos, todos nós! Obrigado, Deus, pelo amor e pela vida! E pela paciência que Tu que tens tido conosco, porque cada vez mais nos afastamos de ti.

## VII. AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos os membros da Comissão Organizadora da XIII Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água, indistintamente, pelo apoio, atenção e carinho recebidos, mas gostaríamos de dizer que, por detalhes quaisquer, sem desmerecer os outros, ainda sentimos saudades fortes do Quintino, da Isabel, da Helena, da Ana, da Ana Tavares, do Raimundo, do Erivaldo e do Sandoval. E, daqui das planuras desta pampa gaúcha, verde-amarela, queridos amigos, enviamo-lhes um quebra-costelas, aquecido do calor do nosso fogo de chão e da cuia do nosso chimarrão, do nosso mate, lembrando que:

“Se os senhores da guerra  
mateassem ao pé do fogo,  
deixando o ódio prá trás,  
antes de lavar a erva  
o mundo estaria em paz”.

(De um autor de composições musicais nativas, do Rio Grande do Sul)

De modo especial, agradecemos mais uma vez o Dr. Quintino Reis de Araújo, Presidente e nome maior da Reunião, pelo exemplo de sua conduta, como cidadão elegante e profissional competente que foi, sempre, em todos os momentos do evento, inclusive posteriormente na revisão deste trabalho e na compreensão que teve conosco, pela relativa demora na devolução do mesmo para publicação.

Em caráter muito confidencial, para que nossas esposas não saibam, agradecemos à Gabriela, pelo cheiro de amor que ela deixou impregnado, por toda parte, nos ares de Ilhéus, permitindo-nos respirar um pouco de sua suave e mágica fragrância.

Com muita vontade, agradecemos a alegria contagiante, o amor solto e o carinho desprezioso do povo baiano.

Finalmente, agradecemos às novas, boas e desinteressadas amizades que fizemos na Reunião, as quais, de alguma forma, e em algum grau, nos inspiraram e deram forças para que pudéssemos completar este trabalho, da forma como originalmente havíamos planejado. Obrigado, então, a estas energias cosádicas (energias cósmicas esporádicas) que vagueiam por aí, anonimamente, neste mundão de Deus.

## VIII. UM AGRADECIMENTO MUITO ESPECIAL

De modo muito especial, com carinho e com amor, agradecemos às nossas famílias, as nossas esposas e os nossos filhos, pela compreensão que tiveram conosco, gentilmente cedendo seu tempo a nós, tanto durante a preparação da apresentação oral deste trabalho, quanto durante a interminável fase de sua redação.

## IX. UMA MENÇÃO MUITO DEVIDA

Embora tardiamente, porque já há muito o devia ter feito, eu, o complicado Nerolí, quero fazer uma menção especial a um colega também muito especial, que é um verdadeiro amigo, um bom companheiro. Eu quero agradecer o colega e amigo do peito Renato Levien, co-autor deste trabalho, pela sua disposição em, mais uma vez, aceitar ser meu parceiro em mais uma das nossas tantas e conjuntas jornadas, de trabalho e de lazer, com a mesma garra e determinação de sempre, destituído de qualquer interesse outro que não o de servir um amigo, simplesmente pelo prazer de servir, o que me faz sentir continuamente forte e corajoso para, junto com ele, prosseguir a minha luta e enfrentar qualquer desafio, pela justa e árdua causa de um mundo melhor para todos, indistintamente. Que Deus te abençoe, Renato, e ao teu filho que propagará teu sangue, porque enquanto houverem, ou forem gerados, indivíduos assim como tu na terra, com esta tua raça, seja no papel de um cidadão comum, seja no papel de um profissional de agronomia, haverão, ou serão geradas, esperanças vivas para um mundo melhor - um mundo menos desparelho, menos triste e com mais pão sobre a mesa. Obrigado, Renato.

## X. UM ÚLTIMO PEDIDO

Agora, eu, o complicado Neroli, peço, seria e sinceramente, aos meus fiéis amigos e incansáveis companheiros de luta contra a erosão do solo, que atendam o meu último pedido, o qual transcrevo abaixo.

- Quando eu tiver passado, desta para a outra vida, e se de mim sentirem uma saudade, por favor, não chorem e não coloquem flores sobre minha sepultura. Se vocês não me agradecerem agora, enquanto vivo, quando vale a pena, de nada adiantará quererem me agradecer depois de morto, quando não mais valerá a pena. Quando então, aproveitem melhor seu tempo. Sorriem, dêem-se as mãos, plantem e colham bem. E produzam muitos resíduos culturais. Depois, sim, esparramem toneladas deles sobre o solo de minha sepultura e os demais deste planeta, que a erosão não sucederá. Eu vou muito feliz com isto e, lá do infinito, lhes direi: muito obrigado, amigos!

Mas se insistirem em querer me agradecer depois de morto, permito-lhes então, mas restrito ao que vou pedir-lhes. Coloquem uma pedra bruta, um granito, sobre os resíduos culturais de minha sepultura, para que os mesmos não sejam arrastados pela água ou pelo vento, deixando porções de solo descobertas, à mercê dos agentes erosivos, e também para garantir que eu não saia de minha cova e venha importuná-los novamente, reclamando de tudo e de todos, como vocês bem me conhecem. E se quiserem aproveitar esta pedra bruta para, nela, esculpirem um epitáfio para mim, permito-lhes também, mas condicionado aos seguintes dizeres:

- Aqui jaz um gaúcho que viveu atormentado, porque nunca conseguiu entender por que se amar e dar flores é tão bom, os homens não se amam e não se dão flores, inclusive às mulheres, irracionalmente recusando-se ao amor e à vida harmoniosa com Deus e a natureza, e a ele um dia foi ensinado que o homem era racional, e também viveu se perguntando por que se os animais são irracionais, ele um dia viu um casal de colibris racionalmente amando-se, suspensos no ar, por sobre as flores, em perfeita harmonia com Deus e a natureza. Por estas mesmas razões, ele também viveu bronqueado com Deus durante toda sua vida, embora o tivesse amado acima de tudo e de todos, porque Ele não permitiu que ele tivesse nascido bicho, como ele gostaria de ter nascido, para que ele pudesse ter vivido na terra como um irracional, porque assim ele teria sido mais feliz. E, parodiando Rodrigo Bauer, um jovem e talentoso compositor de letras de músicas nativas do seu querido Rio Grande, ele também vivia dizendo: - **quanto mais gente eu conheço, mais me apego a minha “poodle” (a fiel Julie)**”.

## XI. FONTES DE CONSULTA E DE INSPIRAÇÃO

1. A nossa experiência de vida, como cidadãos e como profissionais.
2. A nossa origem rural e, por isso, o nosso gosto pela agronomia e a nossa vontade em servir o agricultor.
3. O nosso patriotismo e, por isso, o nosso amor pelo Brasil.
4. O nosso espírito coletivo e, por isso, o nosso desejo de ver um mundo melhor para todos.
5. O nosso amor a Deus e ao próximo, de forma desinteressada.

Estas fontes, senhores, de uma forma ou de outra, serviram para nos inspirar e fortalecer nossa vontade de dizer tudo aquilo que dissemos, pelo qual assumimos inteira e total responsabilidade. Pedimos escusas, no entanto, por coisas eventualmente mal ditas, mas nossa ânsia em querer ver algumas coisas consertadas neste país é tanta que, possivelmente, vez ou outra, tenhamos “pisado na bola”. Ao sermos informados dos possíveis equívocos, com humildade os admitiremos e os repensaremos.

Obrigado a todos pela atenção e até qualquer outra oportunidade. E, parodiando John Lennon, despedimo-nos de vocês com esta mensagem:

Imaginem todo mundo dividindo tudo;  
inclusive nossas experiências  
e conhecimentos em ciência do solo.  
Vocês poderão dizer que somos sonhadores;  
mas não somos os únicos, não.  
Esperamos que um dia vocês se juntem a nós.

E a qualidade das ações de manejo e conservação do solo e da água,  
será uma coisa só.

Neroli e Renato.

Ilhéus, 07 de agosto de 2000





# DISCURSOS AGRONOMICOS E A RELAÇÃO HOMEM/NATUREZA: A QUESTÃO DA FORMAÇÃO PROFISSIONAL

Milton Ferreira da Silva<sup>1</sup>

## HISTÓRICO DA RELAÇÃO HOMEM/NATUREZA:

Quatro situações históricas marcam a relação homem/natureza de maneira específica. Desde as épocas mais primitivas passando pela Antigüidade, civilizações grego/romanas/judaicas, egípcias, astecas, maias, mongóis, dentre outras; além da Idade Média, Renascimento, Revolução Industrial e a nossa “(Pós) modernidade”.

Em todas elas houve uma reflexão e práticas diferenciadas para fundamentar um relacionamento mítico, racional, afetivo ou de algum outro caráter com a natureza.

Na época primitiva, apenas coleta de alimentos, caça e pesca. A sua maior ou menor fartura se dava aos “ACASOS” dos ciclos da natureza. Onde a incerteza das provisões dependia de um nomadismo vinculado às mudanças climáticas. Pouco a pouco de observação em observação se constroem explicações míticas a respeito de um “toma lá, dá cá”, trocas religiosas/sacrifícios reais ou simbólicos, nos quais buscava-se atenuar a ira de algum deus ou atrair a sua benfazeja ajuda. O relacionamento homem/natureza era mediatizado por mestres e iniciados, no qual magos/feiticeiros por um lado e neófitos/aprendizes de outro, conjuravam os males e atraíam a sorte. Diversas comunidades primitivas e seus remanescentes até das civilizações grego/romana/judaica (seja por suas mitológicas, cabala ou outras cosmogonias), ainda exercitam tal forma de relacionamento como estilo pedagógico em dominar a vida. Em suma, um certo “esoterismo” do saber popular (empirismo mais misticismo), pautado na autoridade da tradição e na oralidade, informalidade de uma educação funcional aliada a uma pedagogia da tentativa-erro era a tônica educativa.

Vale destacar o surgimento de uma antítese a este misticismo o racionalismo grego/romano/judaico onde Aristóteles é figura ímpar. Notadamente quando sistematiza, a partir de Empédocles (transmutação) e Anaxágoras (homoiomerique), uma explicitação mais racional da forma como as plantas e animais se alimentam, ou seja, a partir da combinação dos quatro elementos (terra, fogo, água e ar) e da sua “substancialidade”, em termos de forma irreduzível a uma

---

<sup>1</sup> Univerdidade Estadual de Santa Cruz - UESC, Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais. Ilhéus/BA.

outra, haveria uma preferência das plantas por cinzas, húmus, terras de certo tipo. Lucius Columella, discípulo do poeta Virgílio chega mesmo a descrever como averiguar a qualidade boa da terra própria às melhores colheitas.

Tal “práxis” aristotélica predominou até a idade média. Daí por diante Philippus T. paracelsus reelabora as idéias de Aristóteles criou e denominou, com base na alquímia, o enxofre, o mercúrio, o sal e o azoto como substitutivos dos quatro elementos. Entretanto, mesmo com as notáveis contribuições de Pietro de Crescenzi, por muitos considerado o fundador da agronomia, não havia muita distinção entre o que os camponeses praticavam e as explicações “para-científicas” justificadoras ou superadoras do saber camponês.

Importa ressaltar novos atores distintos dos mestres/iniciados. Surge em cena o modelo do sábio grego/discípulo, profeta judaico/apostolo e legislador romano/burocrata. Vejam-se cada um.

A partir da distinção entre o verdadeiro e o falso, de nítida inspiração socrática se tenta revelar a incógnita de como as plantas/animais se nutrem. Se é semelhante ou diferente de nós, como e por que. É o sábio grego de feição aristotélica, na sua academia. Formando discípulos à sua imagem e semelhança, minimizando o misticismo.

Na Judéia, a questão é discernir o bem do mal. É exemplificar, pelo próprio testemunho como Jeová quis que a natureza servisse ao homem: pelo seu trabalho, suor e lágrimas. Criando “Igrejas” e apóstolos propagadores de uma vida agropastoril.

Em Roma, na Urbis, a problemática é estender a justiça para todos os “cidadãos livres”. O discernimento é entre o que é legal/ilegal, o certo e o errado. Daí o modelo do legislador/jurista onde estes últimos se tornam os burocratas da futura ética profissional na atualidade. Já que as questões litigiosas a respeito da posse da terra, sua propriedade, vendas de escravos e comércio vinham de uma base agrária.

Em suma, até aí então a “Educação” se baseia muito mais na oralidade e auto-suficiência camponesa bem característica dessa sociedade pre-capitalistas.

Na primeira revolução industrial (1750 – 1850), todos os tipos de atores e seus relacionamentos modelares ensinam a constituição de um novo par de protagonistas: o intelectual moderno/ o especialista.

É o momento da ascensão da burguesia, do surgimento do positivismo e de um processo educacional mais pautado na doutrinação, reprodução e transmissão dos conhecimentos. Formaliza-se uma educação pública sistemática pautada na pedagogia da essência, ou seja, a ênfase é no pragmatismo tecnicista onde uma filosofia vitalista (teoria do húmus) substitui os misticismos anteriores, a despeito de ser uma ruptura. Além do advento da



química agrícola (superando a alquimia de paracelsus). Uma grande disputa se instaurou no seio do ensino agrônomo ainda formalmente incipiente: as plantas se alimentam dos restos orgânicos decompostos ou de minerais, substâncias químicas definidas?

Albercht D. Thaer, Gerardus J. Mulder defendem o saber camponês (rotatividade de cultivos, pousio uso de compostos orgânicos) contra uma visão puramente empresarial de Justus Von Liebig (utilização exclusiva de fertilizantes minerais). De um lado o camponês sendo visto como representante de uma agricultura “suja”, mal-cheirosa e atrasada por se basear na subsistência e não na produção em escala, limpa e moderna.

Houve posições intermediárias no conflito (Theodore Saussure e Jean-Baptiste Boussingault), que admitiam os benefícios da matéria orgânica no solo, embora limitando a produtividade em curto prazo, e os espetaculares ganhos de rendimento com os fertilizantes minerais. Daí em diante uma série de contribuições na física dos solos (Humphy Davy), bactérias nitrificadoras (Gustav S. Schubert, Pasteur, Winogradsky, Hellriegel e Wilfarth) corroboraram a importância de considerar o solo como algo mais que um substrato ou elemento de fixação das plantas: ser algo vivo, tamanha a quantidade e diversidade de microorganismos que abriga.

Passa-se a uma disputa, ainda hoje tensa e mal resolvida, entre diversos atores modelares e a ascensão do perito. Onde avaliar a performance do processo produtivo é discernir o viável do inviável técnica e economicamente. Não interessando os aspectos ecológicos ou sócio-políticos da tecnologia utilizada, produtividade obtida.

Algumas outras opções na atualidade (agricultura ecológica, agroecologia, permacultura, agricultura orgânica ou alternativa) gastam outros atores, modelos de ensino-aprendizagem. Nestes, talvez o protótipo do intelectual orgânico e do cidadão sejam capazes de discernirem como construir a emancipação humana a partir do exercício da (auto) crítica e da criatividade. Talvez o saber científico na ótica da teoria geral de sistemas possibilite simulações, modelagens de um outro relacionamento homem/natureza pautado numa conservação, uso racional dos recursos naturais de forma orgânica e construtivista.

Trata-se dos limites, componentes, interações e saídas de sistemas integrados de produção de energia e alimentos. Seja até na forma de um retorno ao sagrado, a natureza como uma entidade supra-histórica, ou o pragmatismo da gestão dos ecossistemas.

Tem-se uma multiplicidade de tipos de educação e pedagogias nesta pós-modernidade. Todos os atores anteriores estão em cena, além dos “verdes”

e candidatos a “camaleões”... Há pelo menos três discursos agrônômicos: o da industrialização, o da preservação e o da conservação da natureza a seguir descritos.

## PRINCIPAIS DISCURSOS AGRONÔMICOS:

O discurso da industrialização da natureza, pautado na teoria da modernização tecnológica, privilegia a eficiência agrônômica. Interessa na formação profissional tanto os incrementos na produtividade física e do trabalho aliadas a economias de escala. Tem caráter positivista é mono-disciplinar o seu currículo, estilo “colcha de retalhos” efetua uma apologia ao apoliticismo “neutralidade científica” dos futuros agrônomos. A ênfase é superar os ciclos naturais diminuindo o tempo de trabalho necessário às plantas e animais entrarem em produção. Ou seja, aumentando as suas precocidades. Biotecnologias e transgênicos são os exemplos mais marcantes.

Já o discurso de preservação da natureza prioriza a eficiência agroecológica, devidamente pautado na teoria do húmus. Na formação profissional privilegia a multidisciplinaridade ecológica com ênfase no caráter sagrado e intocável da natureza. É profundamente eclético, pautado na apologia do saber popular: o núcleo racional do bom senso existente no senso comum. As relações ensino-aprendizagem como as estruturas curriculares se baseiam em educação informal, oralmente transmissíveis e ecopolitizadora ou “ecosnhadora” de retorno ao paraíso perdido, os exemplos são as diversas propostas de “sociedade alternativa” fazendas coletivas, comunidades auto-suficientes que rejeitam todo tipo de tecnologia moderna.

Por fim, o discurso de conservação da natureza, prioriza uma interdisciplinaridade entre o saber científico e o popular para sustentabilidade dos sistemas integrados de produção de energia e alimentos. Pretende um pragmatismo social, uma viabilidade econômica e eficiência ecológica na formação profissional dos agrônomos. Exercita relações de ensino-aprendizagem democráticas ao conciliar as melhores experiências conservacionistas do saber popular, devidamente apropriadas e modeladas pela teoria geral de sistemas aplicadas a agropecuária. Os principais exemplos são os sistemas integrados de produção, a diversificação de cultivos de forma consorciada, os estudos de microbacias, zoneamentos costeiros e tantos outros.

Dito de outra forma, cada um destes discursos tem uma inerente positividade na formação de profissionais, sujeitos construídos por disciplinamentos específicos, seja pela industrialização da natureza (a artificialização), ou preser-

vação (a intocabilidade) ou conservação (uso racional dos recursos naturais).

A reflexão que segue tenta discernir como uma “singularidade histórica” denominada “alfabetização ecológica” poderá se tornar uma força hegemônica no processo de educação formal dos futuros agrônomos.

## **“ALFABETIZAÇÃO ECOLÓGICA” E FORMAÇÃO PROFISSIONAL:**

A partir de que certos condicionantes formais e informais, externos e internos privilegiadores dos princípios de organização dos ecossistemas sejam utilizados na formatação de “currículos sustentáveis”. Tais como as redes modulares organizacionalmente fechadas, mas abertas aos fluxos de informação, mudanças estruturais no ensino-aprendizagem nos aspectos afetivos e cognitivos e consideração às diferentes formas de autopercepção, linguagens consciências e culturas de educadores e educandos. Assim, talvez haja o predomínio do intelectual orgânico/cidadão como par protagonista do resgate da sabedoria da natureza, de características e práticas auto-sustentáveis.

Uma das primeiras características de tal “fazer pedagógico” é a prioridade à interdependência. Onde se minimizem as fronteiras entre as disciplinas e as matérias sejam módulos não lineares de produção crítica ao conhecimento agrônômico atual. Tendo como principal “propedêutica” o exercício do pensamento sistêmico multilateral.

Uma outra, é o estabelecimento de parcerias interpessoais e interinstitucionais nas quais o desenvolvimento de mecanismos ágil de participação permita a construção da democracia na forma de consensos, evitando a concentração de poderes pessoais. Seja na definição dos conteúdos interdisciplinares, projeto pedagógico coletivo, perfis profissionais ou outros aparatos didático-pedagógicos.

A reciclagem da práxis individual ou coletiva é uma característica vital a este processo de “alfabetização ecológica”. Uma vez que o reaproveitamento dos “resíduos” ou “zonas de sombra” das disciplinas, nas diversas matérias, possibilita uma reciclagem no corpo discente/docente quanto às “pontes” entre as diversas áreas de conhecimento já estruturadas ou em estruturação.

A flexibilidade, rotatividade do corpo docente ou funcional como tutor permite uma realimentação da práxis pedagógica, adaptando o discente e a comunidade universitária às condições mutáveis do mercado de trabalho, demandas populares e/ou exigências governamentais.

Trata-se de aprimorar uma diversidade no domínio intelectual docente,

umentando a sua atual elasticidade e tolerância paradigmática ao se criarem ações afirmativas para uma “convivência” entre os três discursos em disputa: industrializar, preservar ou conservar a natureza.

Por fim, a partir das demais características explicitadas e devidamente concretizadas, emerge a “sustentabilidade curricular” ou seja, uma formação profissional em conformidade com o pragmatismo da justiça social, viabilidade econômica e eficiência ecológica no uso dos recursos naturais.

Naturalmente que tais conjecturas passam por uma diagnose didático-pedagógica e uma prognose do que pode/deve ser um currículo “ecologicamente alfabetizante”, a ser discutido em espaços e tempos peculiares a cada instituição.

## LITERATURA CONSULTADA

ACOT, Pascoal. História da Ecologia. Rio de Janeiro: Campus, 1990.

CAPRA, Fritjof. A teia da Vida. 2ª ed. São Pedro: Cultrix – Amanakey, 1997.

COSTA, Manoel Baltasar da. Agroecologia: uma alternativa viável às áreas reformadas e à produção familiar. In: Reforma Agrária. São Paulo: 1 (23) – jan/abr, 1993.

DIEGUES, Antonio Carlos. O mito moderno da natureza intocada, São Paulo: Hucitec, 1996.

EPSTEIN, Emanuel. Nutrição Mineral de Plantas: Princípios e Perspectivas. São Paulo: EDUSP, 1975.

MARX, Karl. El Capital. México: Fondo de Cultura Economico, 1959.

MEDINA, Nana Minini. Relações Históricas entre Sociedade, Ambiente e Educação. Brasília: Mimeografado, 1996.

ROMEIRO, Ademar Ribeiro. Ciência e Tecnologia na Agricultura: Algumas lições da História. In: Cadernos de Difusão de Tecnologia. Brasília: 4(1) jan-abr, 1987.

THOMAS, Keith. O homem e o mundo natural. São Paulo: Cia da Letras, 1988.

# PERSPECTIVAS DO USO E MANEJO DOS SOLOS DA MATA ATLÂNTICA DO SUL DA BAHIA

Luiz Ferreira da Silva<sup>1</sup>

## RESUMO

A mata atlântica, no sul da Bahia, sofreu um processo de deterioração do seu ecossistema, motivado pelo desmatamento indiscriminado e mau uso do solo, afetando não só o acervo genético de suas espécies, mas a fisiografia, de um modo geral, e, particularmente, o recurso-solo.

Calcula-se que, nessa região, apenas 5% da cobertura vegetal permanece, cuja devastação atingiu também as cristas de morros, as vertentes de captação hídrica e as margens dos rios.

Em síntese, discute-se a questão do desmatamento e seus efeitos; a revitalização de áreas antrópicas; sugerem-se medidas no campo da pesquisa e de outras ações tecnológicas; e, finalmente, conclui-se pelo valor extraordinário do ecossistema (biodiversidade, espécies endêmicas e interação ambiental).

Palavras chaves: mata atlântica, desmatamento, manejo do solo.

Use and management soils perspectives of the atlantic forest in south Bahia.

## ABSTRACT

Ecosystem changes as affected by indiscriminant deforestation and soil unsuitable management in atlantic forest of the southeastern Bahia. Almost 5% today occurred of the forest areas.

Several strategies are discussed in this paper: researchs and technical measures in relation forest recuperate .

In addition: the atlantic forest has extremely high biological diversity; many rare species and very importance for environment conservation.

Key words: atlantic forest, deforestation, soil-manegement.

---

<sup>1</sup> Consultor Científico em Solos Tropicais. Maceió-AL

## INTRODUÇÃO

O sul da Bahia, em sua faixa costeira de clima tropical (temperatura, precipitação e umidade elevadas), ostenta a chamada mata atlântica, hoje reduzida a um baixo percentual de ocupação florestal, em razão do desmatamento indiscriminado, sobretudo efetivado nas décadas de 60 a 80, com a conseqüente destruição de importantes espécies, tanto da flora como da fauna.

Por outro lado, as práticas danosas de derruba e arraste das árvores, queima e mau uso do solo têm afetado todo o ecossistema, sobretudo o complexo edáfico, seja pela compactação, erosão laminar e perdas da capa orgânica.

A atividade predominante, especialmente no extremo sul da Bahia, em solos de tabuleiro (baixa fertilidade), foi por muito tempo à exploração madeireira, seqüenciada pela implantação de pastagens, aproveitando a fertilidade oriunda das queimadas, por um período de 3 a 5 anos, após o qual surge a degradação da pecuária, com a deterioração do pasto (carência de nutrientes, invasão de ervas daninhas e ausência de manejo adequado).

Assim posto, o presente artigo objetiva dimensionar os problemas ambientais ocasionados pela má utilização do ecossistema, bem como enfocar alguns aspectos relacionados às características específicas da mata atlântica e propor ações de recuperação desse importante ecossistema florestal.

## CARACTERIZAÇÃO DO ECOSISTEMA DA MATA ATLÂNTICA

A área, aqui referida, em torno de 27.250 km<sup>2</sup>, situa-se no sul da Bahia, entre os paralelos de 16° 00' e 18° 30' LS, localizada entre a linha da costa e o meridiano de 41° 30' de longitude a oeste de Greenwich (Figura 1).

O ecossistema dominante é o da denominada mata atlântica que, pela sua exuberância florestal e diversos extratos fisionômicos e biodiversidade, atua como repositório de matéria orgânica para o solo e como carreadora de nutrientes das capas inferiores para as superiores, sendo importante na formação dos solos, através das ações mecânicas e químicas exercidas pelas raízes. Também desempenha papel fundamental como controladora dos efeitos da erosão.

Esse ecossistema abrange a floresta perenifólia higrófila (desenvolvida em clima úmido e sobre solos do terciário/tabuleiro e solos do cristalino); a floresta perenifólia higrófila ribeirinha (ocupa os diques marginais e terraços aluviais dos grandes rios) e a floresta semicaducifólia (clima de transição). Constituem-se de árvores de grande porte, às vezes com raízes tabulares (sa-



Figura 1 - Localização da área em estudo no Estado da Bahia. Cobertura vegetal

popemas), presença de epífitas (aráceas, bromeliáceas e orquídeas) e com tonalidade verde-escura de suas folhas (Leão & Gouvea, 1969).

Possui, como característica importante, quantitativo elevado de espécies endêmicas, conforme estudo de Thomas et al (1997), incluindo três gêneros de leguminosas (*Brodriguesia*, *Arapatella* e *Harleyodendron*), quatro gêneros de bambus (*Atractantha*, *Anomochloa*, *Alvimia* e *Sucrea*), todas as sete espécies de *Ingá* sect. *Affonseia* (Leguminosae) e a piaçava (*Attalea funifera*), **palmeira de importância econômica.**

Outro atributo diferencial da mata atlântica é a sua riqueza em espécies. Estudos desenvolvidos pelo Jardim Botânico de Nova Iorque/CEPLAC-CEPEC atestam que essa floresta apresenta a maior biodiversidade em espécie arbórea do planeta (Corrêa, 1996).

Dois outros tipos de vegetação, que se interagem com a mata atlântica, também são importantes:

Complexo da praia e restinga, constituído de comunidades vegetais herbáceas e arbustivas, ocupantes da planície arenosa de origem marinha (Areias Quartzozas Marinhas e Podzols), especialmente nas áreas de regressão marinha (cordões litorâneos) que, na região, acompanha a frente da dos “tabuleiros” (Ultisols distróficos), sobre os quais se desenvolveu a floresta perenifólia higrófila; e

Floresta perenifólia paludosa litorânea (mangue), constituída de comunidades halófitas que ocupam as costas baixas, inundáveis durante a maré alta, representadas pelas espécies *Rizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* e *Avicenia* spp.

Por outro lado, esse ecossistema florestal, como explicitado anteriormente, constitui-se de uma floresta exuberante, composta de diversos estratos de comunidades vegetais, que tem uma relação de interdependência com o ecossistema, notadamente com o complexo edáfico. Do ponto de vista funcional, a exemplo de toda mata tropical, conforme Poggiani, 1976, apresenta quatro componentes básicos:

Substâncias abióticas: componentes vivos do meio, como a água e os nutrientes;

Produtores: organismos autróficos que, no caso específico, são as árvores, os arbustos e as ervas;

Consumidores: organismos heterotróficos; em sua maior proporção, animais que ingerem vegetais ou outros animais; e

Microconsumidores: incluem-se bactérias, fungos, etc que agem na desintegração dos organismos vivos.

Conjuntamente, a vegetação e o solo constituem um sistema no qual cada um dos elementos sejam orgânicos ou inorgânicos, afeta e é afetado uns pelos outros. Tais elementos fazem com que os nutrientes estejam em constante movimentação, indo de um para o outro componente, constituindo assim o ciclo de nutrientes, que possui duas áreas de estocagem: a biomassa e os primeiros centímetros do solo.

Essa interação solo-vegetação é, pois, algo intrigante, constituindo nas grandes “contradição tropical”: vegetação exuberante desenvolvida em solos pobres, a exemplo da mata atlântica em solos de tabuleiro de baixa fertilidade. Como isso é possível?. Que mecanismos existem no ecossistema florestal que permitem o crescimento das inúmeras espécies em solos ácidos e inférteis? E, contrariamente, não se consegue manter uma agricultura produtiva por muitos anos?

É importante, em razão dessas indagações, conhecer os processos de formação de uma floresta nessas condições edáficas, de modo a se subsidiar os sistemas de agricultura sustentável, assemelhados à mata.

Trabalho de Silva (1996a), comparando uma floresta primária no Sul da Bahia, com uma capoeira oriunda, de doze anos de idade, reforça a idéia da forte interação solo-vegetação e da interrelação entre as diversas comunidades vegetais, como uma forma de comensalismo entre elas, “ajudando-se” entre si, com o conseqüente benefício para todo o ambiente, incluindo o solo.



## CLIMA

De acordo com o sistema de Köppen (Frota, 1972), as duas faixas climáticas (Quadro 1) dominantes, distribuídas no sentido N/S, assim se caracterizam:

Clima Af: próximo ao litoral (até 40 km em direção a oeste), caracterizado por ser quente e úmido, sem estação seca definida. Precipitação superior a 60 mm para o mês mais seco e total anual acima de 1400 mm. Temperaturas médias elevadas (superiores a 24° C e umidade relativa média acima de 80%).

Clima Am: faixa climática contígua, interiorizando-se até 70 km da costa, caracterizada pela presença de um período seco (precipitação mensal inferior a 60 mm) nos meses de agosto a setembro, porém compensado pelos totais pluviométricos elevados. Identicamente, ao tipo climático anterior, apresenta temperaturas médias elevadas e pequenas oscilações no decorrer do ano.

## RELEVO

Como se trata de uma região de origem sedimentar (deposições arenosas do quaternário e sedimentos de granulométrica diversa do terciário), predomina a topografia pouco movimentada, com menos de 20% de relevo

Quadro 1 - Precipitação pluviométrica anual, de dez locais do Sul da Bahia, nos quais se desenvolveu a mata atlântica. Dados de dez anos, fornecidos pelo Setor de Climatologia da CEPLAC/CEPEC.

<b>Locais</b>	<b>1988</b>	<b>1990</b>	<b>1991</b>	<b>1992</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>Média</b>
Belmonte	1460	2200	1919	1596	1937	1096	1727	2066	1306	1414	<u>1672</u>
EGREB*	1250	1636	1426	1468	1911	966	1748	1517	1102	1176	<u>1420</u>
P. Seguro	1609	1868	995	1921	1979	1416	1449	1638	1165	1148	<u>1519</u>
Itabela	1072	1246	1260	1404	2009	1102	1234	1541	1093	1175	<u>1314</u>
Eunápolis	957	1552	1260	1184	1583	875	1228	1335	812	1042	<u>1183</u>
Itamaraju	1075	1392	1186	1392	1637	939	1158	1111	907	947	<u>1174</u>
Itanhém	859	963	866	870	1437	906	1055	1242	973	1078	<u>1025</u>
Itapebi	919	1482	1252	1105	1510	946	1261	971	767	1046	<u>1126</u>
Mucuri	1463	1290	1248	1230	1937	1311	1414	1691	1031	865	<u>1348</u>
T. Freitas	919	1026	1116	1288	1646	916	989	1117	640	808	<u>1047</u>

\* Estação experimental G. Bondar, Barrolândia/Santa Cruz da Cabrália.

fortemente ondulado a montanhoso, conforme se pode visualizar no Quadro 2. Destaca-se a área dos tabuleiros costeiros por não existir quaisquer impedimentos ao uso de maquinarias agrícolas.

## SOLOS

A mata atlântica no Sul da Bahia, em sua maior extensão (78%), se desenvolveu sobre os solos de tabuleiros, que são sedimentos recentes do terciário, com topografia pouco movimentada. Trata-se de Ultisols predom-

Quadro 2 - Tipos de relevo do Sul da Bahia.

Formas de relevo	Área (%)	Caracterização
Plano/praticamente plano	08,22	Restingas, aluviões, cordões litorâneos.
P. plano/Suave ondulado	51,51	Tabuleiros típicos e peneplanos
Ondulado	22,59	Tabuleiros dissecados e colinas do cristalino
Forte ondulado/montanhoso	17,68	Outeiros, morros e montanhas.

minantemente, caracterizados pela sua profundidade (acima de 1,80 m), acidez elevada (pH abaixo de 5,0), teores baixos de cálcio, magnésio, potássio e fósforo e argila de baixa atividade coloidal (caulinita e óxidos), conforme o Quadro 3. Há, em menor percentagem, Oxisols, sobretudo oriundos de sedimentos argilosos ou em zonas de contactos geológicos.

Na região central, onde se situa o Monte Pascoal, importante marco avistado por Cabral, 18% desse ecossistema vicejou em solos do cristalino, em relevo forte ondulado a montanhoso, cujos solos diferem dos de tabuleiros, pela cor mais avermelhada, textura mais fina em todos os seus horizontes e maior teor de ferro, sendo de fertilidade também baixa, porém classificados como Oxisols.

E, na planície fluvial de inundação, sobretudo nos solos aluviais (Entisols e Inceptisols), com fertilidade média a alta, a floresta se desenvolveu numa faixa ribeirinha de aproximadamente 4%.

Quadro 3 - Caracterização química de perfis de solos sobre os quais se desenvolveu a mata atlântica no Sul da Bahia. (Dados extraídos de Silva, et al, 1975).

Hori- Zontes	Cálcio (*)	Magnésio (*)	Potássio (*)	pH	Alumínio (*)	Sat.bases (%)	CTC** (*)
Solo de tabuleiro (Ultisol distrófico)							
A <sub>1</sub>	2,1	0,8	0,08	5,1	0,5	34	8,7
A <sub>3</sub>	0,7	0,5	0,05	4,8	1,0	28	7,1
B <sub>1</sub>	0,3	0,3	0,07	4,8	1,3	14	5,0
B <sub>2</sub>	0,3	0,2	0,05	4,8	1,1	17	3,6
B <sub>3</sub>	0,2	0,1	0,04	4,9	0,8	12	2,5
Solo do cristalino (Oxisol)							
A <sub>1</sub>	1,08	1,84	0,10	4,5	1,62	22	14,14
A <sub>3</sub>	0,32	0,85	0,05	4,6	1,91	14	8,88
B <sub>1</sub>	0,21	0,53	0,03	4,6	1,60	13	6,21
B <sub>2</sub>	0,13	0,60	0,03	4,7	1,35	13	6,21
B <sub>3</sub>	0,13	0,60	0,02	4,7	1,26	16	4,97
Solo aluvial (Inceptisol)							
A <sub>1</sub>	2,9	2,8	0,36	5,0	0,8	39	15,98
A <sub>3</sub> /B <sub>1</sub>	0,5	0,4	0,14	4,7	2,4	16	8,17
(B)	1,1	1,0	0,07	4,7	2,9	15	8,30
II	1,5	1,0	0,08	4,8	2,5	33	7,61

(\*) meq/100g

(\*\*) Capacidade de troca catiônica.

## DETERIORAÇÃO DO ECOSISTEMA DA MATA ATLÂNTICA

Na época do descobrimento, conforme Corrêa (1996), a mata atlântica cobria cerca de um milhão e cem mil quilômetros quadrados do território nacional. Hoje, ainda segundo esse autor, não existe mais de 8% do seu território original, resultado dramático de uma ocupação de efeitos devastadores. Praticamente 500 anos, o enfatiza, de uma política de uso e ocupação do solo que fizeram dessa floresta tropical a mais ameaçada do planeta.

No sul da Bahia, aconteceu o mesmo, sendo essa região um consistente exemplo da má utilização do ecossistema florestal, com reflexos danosos, tanto ecológicos, quanto sociais e econômicos.

Esse processo destrutivo se deu pelo mau uso florestal, inadequadas ações antrópicas e má utilização do solo.

## EXPLORAÇÃO MADEIREIRA

Efetivamente, em termos de desmatamento predatório, os portugueses foram os pioneiros, motivados pela exportação do pau brasil (*Cesalpinia echi-*

nata, Lam), logo no início da colonização e, mais tarde, para a implantação da monocultura canavieira.

No entanto a forte destruição da mata atlântica sulbaiana se deu em três períodos:

1948 –1952. Marca o início de uma pretensa indústria de madeira, com a instalação de duas madeireiras de grande porte, a ELECUNHA S/A, com sede no Rio de Janeiro, instalada em 1948, no município de Nova Viçosa; e a BRALANDA, em 1952, no município de Medeiros Neto.

1955 –1965. Período caracterizado pela exploração de madeiras por aventureiros oriundos de Minas Gerais e do Espírito Santo, na busca incessante do jacarandá (*Dalbergia nigra*), sobretudo, danificando imensas área, não só pela derrubada indiscriminada das árvores, como pela destruição do solo, através dos arrastes dos toros e queimas de todo o material vegetal não comercializado.

1970-1980. Com a construção da Br-101, aconteceu o período maior dessa agressão à mata atlântica, com a instalação de pólos madeireiros em vários pontos às margens dessa rodovia, notadamente em Itabela, com a instalação de mais de 50 indústrias de madeira e serrarias, priorizando o binômio destrutivo – desmatamento predatório/queima – ocasionando a erosão genética, por um lado, e pelo outro, a deterioração do solo, agravado pelo subsequente uso, a pecuária extensiva e a falta de manejo das pastagens.

## AÇÕES ANTRÓPICAS

Uma atividade sempre presente é a chamada agricultura migratória (itinerante, de pousio ou “shifting cultivation”), o mais antigo e ainda muito usado sistema de agricultura em regiões tropicais em todo o mundo. É uma forma de agricultura marcada pela rotação de pequenas áreas (3 a 5 hectares), por pequenos a longos períodos de descanso, tempo suficiente para o novo crescimento da capoeira ou até da floresta.

Do ponto de vista da estabilidade do ecossistema, é um sistema que pouco agride ao meio ambiente, conforme diversos autores citados por Silva (1996a).

Caracteriza-se por:

- Reposição dos nutrientes removidos pelos cultivos;
- Manutenção das condições físicas apropriadas para o tipo de utilização do solo;
- Controle da proliferação de doenças, pragas e ervas daninhas;

- Controle da acidez e dos elementos tóxicos devido à ação das cinzas; e
- Controle da erosão.

O problema é que tal sistema não pode suportar uma alta pressão social, levando o homem a necessitar de mais áreas desmatadas, e cada vez mais e mais, por não possuir ensinamentos para mais eficazmente auferir maiores produtividades sem desgastar o recurso-solo.

Subseqüentemente, diversas áreas foram desmatadas para plantios de cultivos de subsistência, café, cana-de-açúcar e cacau nos vales, principalmente, sem significar, sobretudo este último, uma efetiva devastação, em comparação com a ação madeireira.

Em razão desta atividade predatória, seqüenciada pela queima, surgiu a implantação de pastagens, aproveitando a fertilidade das cinzas, por um período não superior a 5 anos, após o qual os nutrientes decrescem a um nível de insustentabilidade da atividade pecuária. Nesse caso, sim, os prejuízos são consideráveis, em cujo contexto o solo é o principal recurso afetado, com a destruição da sua capa organo-mineral, compactação de camadas e erosão laminar. Surge a invasão de ervas daninhas, resultando no encapoeiramento dos pastos, pela falta de manejo e condições adversas à recuperação natural das gramíneas.

Isso parece ser um processo típico de regiões tropicais, pois identicamente na Amazônia, conforme Fearnside (1989), o desmatamento está rapidamente convertendo a floresta em pastagens de baixo valor e de poucas perspectivas de sustentabilidade.

## MAU USO DO SOLO

Um dos grandes problemas, no desbravamento de uma área florestal, refere-se ao inevitável desmatamento, que provoca o arraste do solo, a compactação do terreno pela utilização de máquinas pesadas, e a erosão subseqüente, uma vez que não se procedem aos cuidados necessários para minimizar esses efeitos maléficos. Isso é evidenciado pelo aumento da densidade, diminuição da porosidade, menor taxa de infiltração de água, repercutindo na drenagem interna e na aeração do solo.

Associada a derruba inadequada da mata, a queima da grande quantidade de espécies não aproveitadas e restos de madeiras, também causa danos ao solo. Num primeiro momento, perturba o solo, ao peptizar as partículas, através da destruição da matéria orgânica, facilitando os processos de erosão,

o endurecimento laminar da superfície e a compactação de subhorizontes, em razão do tamponamento de poros por iluviação de materiais finos desagregados, conforme estudos de Silva (1996a).

Tendo em vista que os solos sob a mata atlântica, em grande maioria, são pobres, ácidos e de estrutura frágil, necessitando técnicas de manejo que mantenham inalteradas as suas condições físico-hídricas, através da preservação dos horizontes organo-minerais ( $A_1$  e  $A_3$ ), já existe uma expressiva área no sul da Bahia em processo de degradação, cuja recuperação vai exigir um elenco de práticas de manejo, contemplando o revolvimento profundo do solo, a calagem dolomítica e gessagem em subsuperfície, revitalização da capa orgânica e adubação química completa (macro e micronutrientes).

## CONSEQUÊNCIAS

Como foi discutido, o solo é o recurso mais afetado nesse processo de desmatamento, queima e inadequação antrópica, quando deve ser visto como um legado usufruto, evitando que as gerações futuras venham receber uma herança imprestável, com prejuízos para todos (Silva, 1996b).

Além do desmatamento, aqui explicitado, há uma outra modalidade pela ação antrópica, especialmente no uso em pastagens, que é a destruição da vegetação dos topos de morros, das vertentes supridoras das bacias hídricas e das margens dos rios, ocasionando assoreamentos na rede hídrica, como se pode observar nas calhas dos grandes rios do sul da Bahia, a exemplo do Jequitinhonha, reduzindo a lâmina de água pela formação de bancos de areias, oriundos do carreamento do solo (Silva e Mendonça, 1998). Também, essa devastação provoca quedas de barreiras e erosão profunda (voçorocas), além de enchentes e modificações do perfil de equilíbrio de toda bacia hidrológica.

Tal perturbação ambiental da mata atlântica tem reflexos negativos em dois outros ecossistemas contíguos – restingas e manguezais – sobretudo em locais em que a floresta se aproxima da costa, como é o caso das falésias.

E, ademais, há o problema da erosão genética, com a extinção de espécies vegetais, a exemplo do jacarandá e de componentes da fauna, uma vez que a mata atlântica possui, além da sua riqueza em espécies (biodiversidade), um quantitativo elevado de exemplares dos diversos componentes vegetais (Quadro 4), conforme Silva, 1986a, bem como importantes espécies para diversos fins (medicinais, óleos e outras gorduras, palhas diversas, palmitos, raízes comestíveis, tanino, castanhas, corantes, cortiça, essências/perfumaria, fibras, folhas comestíveis, madeiras nobres, forrageiras, frutíferas, látex, resinas

e outras gomas), conforme trabalho de Vinha et al (1976), algumas delas visualizadas no Quadro 5. Isso, sem se contar, com os danos faunísticos, havendo representantes da fauna em processo de extinção, a exemplo do mico - leão (*Leontopithecus chysomelas*).

Quadro 4 - Estratificação dos componentes vegetais de uma floresta (mata atlântica) e de uma capoeira oriunda (12 anos) desenvolvidas em solos de tabuleiro no sul da Bahia\*.

<b>Diâmetro</b>	<b>Floresta</b>	<b>Capoeira</b>
(cm)	Número de exemplares/hectare	
< 2,0	5.488	4.832
2,1-5,0	1.424	3.424
5,1-10,0	400	752
10,1-15,0	400	352
15,1-20	96	96
20,1-35,0	208	-
35,1-60,0	96	-
> 60,0	16	-
Total	8.128	9.456

(\*) média de quatro amostragens (quadrados de 50 x 50m)

Quadro 5 - Relação de algumas espécies, de famílias diferentes, mais freqüentes da mata atlântica, município de Porto Seguro. Dados extraídos de Vinha, et al (1976).

<b>Nome vulgar</b>	<b>Classificação botânica</b>	<b>Famílias</b>
Acá branco	<i>Ecclinus</i> sp.	Sapotácea
Aderno	<i>Astronium concinum</i> , Schott.	Anacardiaceae
Amescla açu	<i>Protium icariba</i> , March	Buseraceae
Amora	<i>Helicostylis poeppigiana</i> , Tréc	Moraceae
Araçá	<i>Psidium</i> sp.	Myrthaceae
Barriga d`água	<i>Ceiba pentandra</i> , Gaertn.	Bombacaceae
Batinga	<i>Luehea grandiflora</i>	Tiliaceae
Bicuiba	<i>Virola bicuhyba</i> , Schott.	Myristicaceae
Sapucaia	<i>Lecythis lanceolata</i> , Poir	Lecythidaceae
Brauninha	<i>Schinopsis brasiliensis</i>	Anacardiaceae
Farinha seca	<i>Neea</i> sp.	Nyctaginaceae
Louro	<i>Ocotea telaiandra</i> , Mez.	Lauraceae
Maria preta	<i>Cordia salzmanni</i> , Griseb	Borraginaceae
Oiti de morcego	<i>Couepia</i> sp.	Rosaceae
Pau-sangue	<i>Pterocarpus violaceus</i> , Vog	Leguminosae Pap.
Gindiba	<i>Sloanea</i> sp.	Elaeocarpaceae
Embira araticum	<i>Xylopia</i> sp/ <i>Anona</i> sp.	Anonaceae
Piquiá verdadeiro	<i>Caryocar brasiliensi</i> , St. Hil.	Caryocaraceae

## REMANESCENTES DA MATA ATLÂNTICA

O mapa visualizado na figura 2, expressa o grau de ocupação espacial da mata atlântica, no ano de 1945, quando o sul da Bahia se encontrava coberto com 2.235.900 hectares (85% da mata original). Já no final da década de 90, 1997, tal percentual decaiu para menos de 5%, ou seja, uma área de mata em torno de 131.350 hectares (figura 3), sem que tenha havido nesses 2.104.550 hectares uma reposição florestal ou “cultivos florestais” (plantios perenes, semiperenes ou até anuais), a um nível de retorno, pelo menos econômico para a sociedade regional. É muita terra para tão pouco benefício!

Logicamente, a floresta não é só para se admirar. Ela tem que ser usada para o bem da humanidade. A inevitável pressão demográfica transformará inexoravelmente a vegetação nativa em outras florestas produtivas, como dendê (*Elaeis guineensis*), seringueira (*Hevea brasiliensis*), raízes, tubérculos, grãos, frutas, fibras, etc. Tampouco, é para usar com depredação e não se reservar áreas de preservação (parques ecológicos, reservas biológicas, paisagens de recreio e cênicas), contemplando as diversas nuances ecofisiográficas, edáficas, hídricas e os nichos ecológicos, visando estudos, manejo e pesquisas.

O que não é racional é se desmatar mais de 2 milhões de hectares, como aconteceu no sul da Bahia, sem se utilizá-los adequadamente na agricultura e pecuária, priorizando sistemas sustentáveis. É fácil imaginar o que seria hoje essa região se, ao invés da substituição ocorrida, tivessem sido implantados, hipoteticamente, 100.000 hectares de seringueira; 200.000 hectares de dendê; 600.000 hectares de pastagens manejadas; 100.000 hectares de fruteiras diversas; 100.000 hectares de especiarias; 50.000 hectares de nozes; 50.000 hectares de raízes e tubérculos; 100.000 hectares de florestas (celulose); 50.000 hectares de grãos; 100.000 hectares de cana-de-açúcar. Sobrariam áreas para uma extensa reserva florestal e de proteção ambiental. Considerando, ademais, os complexos agro-industriais oriundos, o valor da produção permitiria um outro desenvolvimento rural para a região, bem diferente do que proporcionou o cultivo do cacau e, tampouco, não se estaria hoje em *débâcle* a região do sudeste da Bahia, economicamente apoiada nessa monocultura, que passa por um momento muito difícil de sobrevivência.

No contexto de preservacionismo, o sul da Bahia deixa a desejar. Há uma estação ecológica, a do pau brasil, com 1.140 hectares, implantadas pela CEPLAC (Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira) e o Parque Nacional do Monte Pascoal, com 22.500 hectares, no qual o quantitativo de mata atlântica se situa em torno de 9.000 hectares, tendo havido uma destruição ao redor de 50% desse ecossistema, sobretudo no período anterior à aquisição da área.



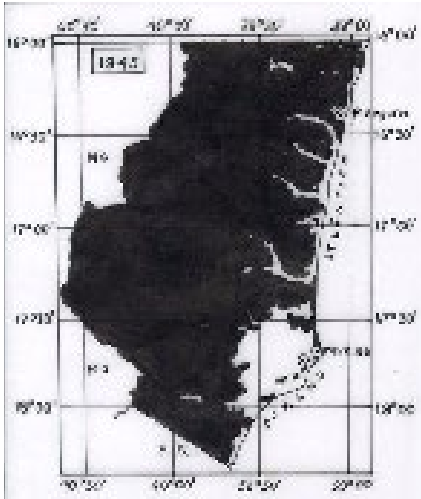


Figura 2 - Ocupação espacial da mata atlântica (em preto) no sul da Bahia, em 1945, mostrando claramente o baixo grau de desmatamento ocorrido até então.

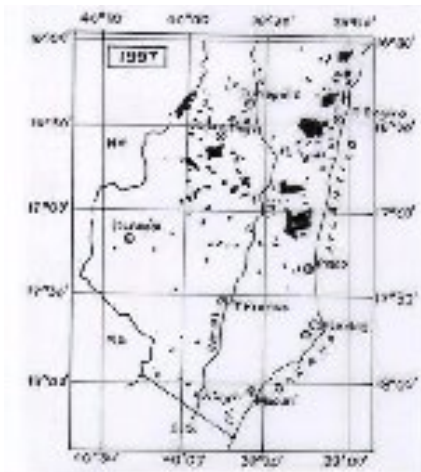


Figura 3 - Remanescentes da mata atlântica (em preto) no final da década do século atual (1997), visualizando o elevado grau de devastação ocorrido nesses últimos 52 anos, mensurado através da interpretação visual de imagens TM do sistema Landsat.

## ACÇÕES DE RECUPERAÇÃO ESPACIAL DA MATA ATLÂNTICA

Considerando o estágio atual de degradação da mata atlântica no sul da Bahia e a má ocupação espacial das atividades agrícolas, várias ações são sugeridas, dentre as quais:

Recuperação das pastagens, em grande parte decadentes, a fim de evitar os processos de degradação do solo e, por outro lado, liberar áreas para outras atividades agrícolas, ao se dobrar a atual produtividade, de desfrute

muito baixo, utilizando tecnologias disponíveis (consorciação de pastagens, aplicação de fósforo e pastejo rotativo), reduzindo a atual área ocupada de mais de 1.000.000 de hectares. Trabalhos realizados pelo CEPEC (Centro de Pesquisas do cacau), em suas estações experimentais no sul da Bahia, atestam essa assertiva, através de experimentos com *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria humidicola* e associação de *A. gayanus* com *Stylosanthes guianensis*, bem como *Brachiaria humidicola* com *Desmodium ovalifolium*, utilizando dosagens de fósforo, conseguindo-se aumentar a lotação de animais por hectare e os ganhos de peso vivo diários (Silva, 1990).

Implantação de “Florestas de cultivos perenes”, com base em resultados experimentais existentes, discriminados pelo citado autor, na Estação Experimental Gregório Bondar (CEPLAC), dentre os quais:

Dendê. Cinco cultivares de um total de dez, no décimo ano, atingiram produtividades entre 18,50 e 23,08 toneladas de cacho por hectare, atestando a viabilidade dessa cultura no sul da Bahia;

Pimenta do reino (*Piper nigrum*). Ao nível experimental, foram conseguidas produções médias de 5 toneladas por hectare, variando com o tipo de cobertura do solo;

Macadâmia. (*Integrifolia maiden*). Testes com algumas plantas revelaram produtividades de até 5,0 kg de nozes por planta, com teores de proteína variando de 6,44 a 10,00%.

Cana-de-açúcar (*Sacharum officinarum*). Não só a nível experimental, como comercial, foi comprovada a factibilidade desse cultivo, com produtividades superiores a 100 toneladas por hectare.

Afora isso, há informações sobre a performance da seringueira, do café conilon (*Coffea canephora*) de fruteiras (goiaba e citrus), da mandioca (*Manihot esculenta*) e de palmiteiros, dentre outros cultivos adequados aos tabuleiros.

Implantação de pólos de grãos, especialmente a oeste da região (Teixeira de Freitas/Medeiros Neto), onde o clima parece definir um período seco para secagem do produto, incluindo a soja, na expectativa de expandir a matriz insumo/produto, possibilitando atividades associadas, tais como a produção de frangos e de suínos. Para tanto, é fundamental se utilizar tecnologias apropriadas de manejo do solo, com ênfase no denominado cultivo na palha – o plantio direto –evitando-se a deterioração do solo;

Recuperação dos coqueirais das restingas, utilizando sistemas de replantação por baixo da plantação decadente, consorciação de cultivos e estabelecimento de sítios de lazer econômico, evitando-se o desaparecimento dessa atividade agrícola pela especulação imobiliária e turismo.

Replantação das áreas de preservação ambiental, especialmente hídrica

(cabeceras de erosão, bacias de captação e margens fluviais), com espécies da mata atlântica, a partir de informações existentes na Estação Ecológica do Pau Brasil (CEPLAC), em Porto Seguro/Santa Cruz da Cabrália, que dispõe de um razoável acervo de dados sobre diversas espécies desenvolvidas em condições de arboretos. Identicamente, replantar áreas de manguezais, bem como arbustos frutíferos do ecossistema da restinga, espécies estas em processo de desaparecimento.

Reestruturação do parque e da reserva ecológica, enfatizando ações de pesquisas, de manejo florestal e de educação ambiental;

Recuperação das capoeiras seja com o enriquecimento de espécies frutíferas e outras do próprio ecossistema, propiciando-lhes um crescimento mais rápido;

Desenvolvimento de sistema agroflorestais e agrosilvopastoris, especialmente para as áreas em processo de degradação, no sentido de apressar a sua recuperação, através da recomposição orgânica da capa superficial do solo; e

Introdução de leguminosas arbóreas, de crescimento rápido, com alta capacidade de produção de biomassa e de nitrogênio, a exemplo da *Gliricídia* (*Gliricidia. sepium*) e da *Acacia mangium*, bem como seleção de espécies do próprio ecossistema com características assemelhadas.

Essas ações integradas são fundamentais para o reordenamento do ecossistema da mata atlântica no sul da Bahia, possibilitando ganhos sociais e econômicos com o aumento da produção e da produtividade dos cultivos. Como consequência, serão liberadas áreas para outros empreendimentos agropecuários, evitando-se novos desmatamentos por muitos e muitos anos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pelo que aqui foi explicitado, a mata atlântica do sul da Bahia carece de um plano global e integrativo de utilização de seus recursos naturais, de modo permanente e equilibrado com a ambiência, interagindo com as ações de conservação, preservação e recuperação, contemplando a fauna e a flora e seus respectivos facies.

Para tal, é imprescindível se realizar um Zoneamento Agroecológico, com vistas a se obter um instrumento de força política, configurado em medidas normativas de utilização do seu espaço geográfico.

Trata-se do mais importante veículo para planejamento, ordenamento e gestão da ocupação espacial dessa região, possibilitando estabelecer, com precisão, as áreas de preservação e de conservação, definindo o estabelecimento e/ou as pesquisas referentes aos Parques Ecológicos, Reservas Biológicas, Zonas Extrativistas, Sítios de Belezas Cênicas, Santuários Silvestres, em harmonia

com as explorações agrícolas, pastoris e silviculturas, eivadas de orientação de manejo adequado e identificação das áreas para cada ação antrópica.

Por outro lado, o caminho para a sustentabilidade do processo produtivo nessa região de solos pobres passa pela aplicação de conceitos agronômicos e técnicas de manejo que minimizem os impactos ambientais e que levem à produção de alimentos, fibras, madeira, energia renovável e outros condizentes com as necessidades crescentes da população, como bem enfatizou Lopes (1997), referindo-se a um outro ecossistema, também ameaçado, o cerrado.

Isso significa que não há mais lugar, no estágio atual em que se encontra o sul da Bahia, para a agricultura da foice e da enxada e, tampouco, para as práticas irracionais de preparo de solo e excessivos uso de fertilizantes e pesticidas, além da exploração predatória dos recursos naturais, numa visão curta do imediatismo. O fundamental é se encontrar o equilíbrio entre a utilização, em proveito da humanidade, e a conservação, para que os bônus se perpetuem, beneficiando as subseqüentes gerações, dentro do conceito de sustentabilidade.

Vale a pena, nesse contexto, reproduzir as palavras do renomado cientista Paulo de Tarso Alvim, em entrevista recente: “a palavra sustentabilidade deve ser considerada como sinônimo de conservacionismo, ou seja, a adoção de tecnologias que evitem a degradação dos recursos ambientais indispensáveis para atender as necessidades das gerações presentes e futuras. O conservacionismo não significa apenas o uso de medidas capazes de oferecer a proteção dos recursos da natureza, com suas plantas e animais silvestres, mas a utilização em equilíbrio com a conservação, sobretudo para evitar a degradação das terras usadas para fins agrícolas e pastoris. Nenhum movimento em defesa dos recursos ambientais terá qualquer sentido se sua meta principal não for a de ajudar a própria vida humana”.

Só dessa forma e com as medidas aqui explicitadas, as terras do sul da Bahia se tornarão úteis à sociedade, passando de geração a geração, oportunizando a um outro escrivão enaltecê-la aos quatro cantos, como o fizera Pero Vaz de Caminha, 500 anos atrás.

E, finalizando, vale a pena aqui repetir as palavras sábias de um rei. Conta-se que um poderoso Soberano, ao contemplar as vastas terras do reino, que a vista não alcançava, foi perguntado por seu primogênito: - Pai, quando o senhor morrer, todo esse patrimônio será meu? - Não, meu filho, assim como eu e os nossos antepassados, você não vai herdar e nem será o dono dessas terras. - Você vai apenas tomar emprestado aos seus filhos. Aí está, pois, a premissa básica do uso sustentável, consubstanciada no grande desafio que se nos apresenta neste novo milênio.

## LITERATURA CONSULTADA

CORRÊA, F. 1996. A reserva da biosfera da mata atlântica. Caderno nº 2. Série Cadernos da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, São Paulo, SP. 27 p.

FEARNSIDE, P.M. 1989. A ocupação humana de Rondônia: impactos, limites, planejamento. Brasília, Assessoria Editorial e Divulgação Científica. 76 p.

FROTA, P.C.E. 1972. Notas sobre o clima da região cacauceira baiana. Cacau Atualidades, Itabuna, 9(2): 17-24.

LEÃO, A C & GOUVÊA, J. B. S. 1969. Ecosistemas da região cacauceira baiana. Informe preliminar. Itabuna, CEPEC, sd. Inédito.

LOPES, A.S. 1997. Diretrizes para o manejo sustentável dos solos brasileiros – região dos cerrados. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, XXVI, Rio de Janeiro, Brasil. 18 p (CD-ROM).

SILVA, L. F. da et al. 1975. Solos da Região cacauceira. Ilhéus, BA, CEPLAC/IICA, 179 p. (Diagnóstico Sócio-Econômico da Região Cacauceira, v-2).

SILVA, L. F. da. 1990. Pesquisas desenvolvidas na EGREB consentâneas à utilização agropecuária dos solos de tabuleiro. Dia de Campo, 18-12-1990. CEPLAC, Ilhéus (mimeografado). 14p.

SILVA, L.F. da 1996 a. Solos Tropicais - Aspectos Pedológicos, Ecológicos e de Manejo. Terra Brasilis Editora, São Paulo, 137 p.

SILVA, L. F. da 1996 b. Como escolher e saber usar o solo na agricultura. Série Empreendedor Rural, SEBRAE-AL. 40p.

SILVA, L. F. da e MENDONÇA, J. R. 1998. Mata atlântica do sudeste da Bahia: interação ambiental e deterioração do ecossistema. Especiaria. Universidade Estadual de Santa Cruz. Ano I, 2: 153-175. (jul/dez, 1998), Ilhéus, Bahia.

THOMAS, W. et al 1997. Plant endemism in two forests in southern Bahia, Brasil. Biodiversity and Conservation 6, 000-000, NY, USA. 12p.

VINHA, S. da et al. 1976. Recursos Florestais. Ilhéus, Bahia, CEPLAC/IICA. Diagnóstico Sócio-Econômico da Região Cacauceira, v. 7.



# USO DOS SOLOS NOS CERRADOS

Luís Carlos Guedes Pinto<sup>1</sup>

Recente estudo publicado na revista Nature em fevereiro deste ano inclui os cerrados entre os 25 ecossistemas prioritários para conservação no planeta. Os dois principais critérios para a seleção destes ecossistemas foram: a) proteger o maior número de espécies com o mais baixo custo; b) maior concentração de espécies endêmicas.

Da área de 1.800.000 km<sup>2</sup> originalmente ocupada pelos cerrados, restam hoje apenas 20%, ou seja, 360.000 km<sup>2</sup>, sendo que destes apenas 22.000 km<sup>2</sup> são áreas protegidas.

A ocupação da área dos cerrados, que acelerou-se extraordinariamente nos últimos 40 anos, deveu-se principalmente à:

- a) construção e inauguração de Brasília em 1960, bem como da implantação da infra-estrutura viária de acesso à nova capital;
- b) política de crédito rural subsidiado que predominou no período de duas décadas entre 1965 e 1985, aliada a diversos programas especiais, como eram chamados, como por exemplo o Polocentro.

Face à dificuldade para obtenção e processamento dos dados relativos a todas as áreas que compõem os cerrados nos diversos estados do país onde está presente, tomamos para fins deste estudo os estados de Goiás e Tocantins como representativos do processo de ocupação que ocorreu na região. Por oportuno é importante recordar que estes estados em seu conjunto tem 88% de seu território na área dos cerrados, representando 30% do total desta formação existente no país. De outro lado, estimativa feita por Shigeo Shiki em seu texto “Sistema Agroalimentar no Cerrado Brasileiro: caminhando para o caos?”, com base nos trabalhos de Cunha, Alho Martins e Rezende, sobre a ocupação da área dos cerrados por lavouras e pastagens no período 1970/2000, apresenta um perfil muito parecido com o que ocorreu no Estado de Goiás (e Tocantins depois da separação).

Os dados que apresentaremos tem como fonte os Censos Agropecuários do IBGE de 1960, 1970, 1975, 1980, 1985 e 1995/96. A área do Estado

---

<sup>1</sup> Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP. Campinas/SP

de Tocantins foi somada à de Goiás após a separação. É importante chamar a atenção para a mudança ocorrida no período de referência do Censo de 1995/96 (ano agrícola) em relação aos anteriores (ano civil). Segundo o IBGE (ver Censo Agropecuário 1995/1996, número 1, Brasil, páginas 35 e 36), os resultados não são estritamente comparáveis entre os censos anteriores e o de 1995/96. De modo geral os dados de 1995/96 tendem à uma subestimação das áreas. Como consequência, ainda que apresentemos nas tabelas as informações relativas a 1995/96, nossas comparações terão como referência última o Censo de 1985 (em 1990 não foi realizado levantamento de dados para o Censo Agropecuário).

Entre 1960 e 1985 há um aumento de 60,9% no número de estabelecimentos no Estado de Goiás, sendo que o aumento da área foi de 63,5% (Tabela 1). A área média, como consequência, teve um pequeno aumento, passando de 260,1 para 264,3 ha (Tabela 5). Neste mesmo período, no Brasil houve um aumento no número de estabelecimentos de 73,8% e na área de 50%, sendo que a área média reduziu-se de 74,9 para 64,7 ha. Além de uma tendência contrária àquela que ocorreu no conjunto do país, chama a atenção a área média dos estabelecimentos em Goiás, que é 4 vezes maior do que a do Brasil em 1985. A área mediana aumenta relativamente mais no período (de 55,1 para 71,0 ha) o que indica uma expansão dos estabelecimentos de maior área. Movimento contrário ocorre no conjunto do país (ver Tabela 5). Finalmente chama a atenção o fato de que as mudanças acima mencionadas ocorrem com maior intensidade na década de 1960, após a inauguração de Brasília e com a ampliação da infra-estrutura rodoviária do Estado.

A área explorada com lavouras permanentes diminui no período, passando de 122.126 para 70.404 ha, enquanto as lavouras temporárias crescem extraordinariamente, saltando de 866.428 para 3.465.879 ha, um aumento de 4 vezes (Tabela 2). A área de lavouras temporárias dobra entre 1960 e 1970 e dobra novamente entre 1970 e 1980. A área de pastagens aumenta de 19 milhões para 31,5 milhões de ha, sendo que os naturais permanecem com 16 milhões de ha, enquanto as plantadas passam de 3,1 para 14,6 milhões de ha. A ampliação das áreas de lavouras temporárias e de pastagens plantadas soma 14,1 milhões de ha (141.000 km<sup>2</sup>), área de cerrados (na sua quase totalidade) que foi derrubada para exploração agropecuária. Em termos relativos este crescimento da área cultivada (lavouras temporárias e pastagens plantadas), foi muito maior do que no país como um todo, perfeitamente explicado pelo processo de expansão da fronteira agrícola ocorrido no período.

A área de matas naturais aumenta como consequência da ampliação da área ocupada pelos estabelecimentos. A área de florestas plantadas é inexpressi-



va, ocupando 0,2% da área total dos estabelecimentos. O que revela que ainda não há uma tomada de consciência sobre a importância da reconstituição da área de matas e florestas (Tabela 2).

A área produtiva não utilizada, segundo declaração dos proprietários, passa de 2,3 para 3,0 milhões de ha (30.000 km<sup>2</sup>) no período. Trata-se de um número significativo e indica uma área potencial para programas de reestruturação fundiária (Tabela 2).

O número total de bovinos aumenta de 7,8 milhões em 1970 para 18,1 milhões em 1985, um aumento de 132% em apenas 15 anos. Neste período o aumento no país é de 63%. A área total de pastagem cresceu de 23,7 para 31,5 milhões de ha no Estado de Goiás, ou seja 31,3%, o que indica uma significativa melhoria no número de animais por ha, que passa de 0,32 para 0,57. Mesmo assim este índice permanece inferior à média do país que em 1985 é de 0,72 animais por ha (Tabela 4).

Os indicadores relativos à incorporação de tecnologia tradicional e que são apurados pelo censo, revelam um notável crescimento no período no Estado de Goiás, bastante superior àquele ocorrido no conjunto do país (Tabela 3). O uso de fertilizantes (químicos e orgânicos) por parte dos estabelecimentos passa de 8.170 em 1970 para 76.469 em 1985, um aumento de 9,35 vezes, enquanto no Brasil o aumento é de apenas duas vezes. O uso de defensivos (vegetais e animais) que passa a ser apurado apenas em 1975, aumenta de 105.231 para 138.766 estabelecimentos em 10 anos (1975/1985). Um aumento de 32% contra 25% no país. O emprego de práticas de conservação do solo cresce de 5751 estabelecimentos em 1975 para 21.811 em 1985, um expressivo aumento de 3,79 vezes. No Brasil, no mesmo período o aumento é de 1,76 vezes. Da mesma forma a área irrigada se expande com muito mais intensidade que no conjunto do país. Enquanto em Goiás a área irrigada passa de 1.145 ha em 1960 para 48592 em 1985, no Brasil o aumento é de 461.550 para 1.959.824 ha. A mecanização da agricultura, medida pelo número de tratores, também cresce muito mais acentuadamente em Goiás, evoluindo de 5.692 tratores em 1970 para 38.721 em 1985, enquanto no Brasil o aumento é de 165.870 para 665.280; em outras palavras, um crescimento de 580% em Goiás contra 300% no Brasil.

O pessoal ocupado no setor agropecuário em Goiás aumenta 71% entre 1960 e 1985, um crescimento muito menor do que o da área explorada com lavouras temporárias que foi de 300%, ou do rebanho bovino, da ordem de 132% entre 1970 e 1985 (não há dados para 1960). Estes números estão coerentes com os destacados no item anterior, em especial o extraordinário aumento do número de tratores (Tabela 4).

O índice de Gini, o indicador mais utilizado nos estudos de distribuição da propriedade da terra<sup>1</sup> (O índice de Gini varia de zero a um. Zero expressa a igualdade absoluta e um a desigualdade absoluta, ou seja, quanto maior o índice maior a desigualdade da distribuição estudada), apresenta-se relativamente estável ao longo do período 1960/1985 no estado de Goiás. O mesmo ocorre no Brasil. Ainda que a área média dos estabelecimentos em Goiás seja aproximadamente quatro vezes maior que no Brasil, o seu índice de concentração é menor: 0,75 versus 0,85 (Tabela 5). Este mesmo fato pode ser identificado quando se analisa a área ocupada pelo conjunto dos 50% menores e 5% maiores estabelecimentos. Em 1985 por exemplo, enquanto os 50% menores estabelecimentos ocupavam 4,8% da área e os 5% maiores 49,8% em Goiás, no Brasil estes percentuais eram 2,3% e 69%. Apesar de o índice de Gini em Goiás ser menor que o do Brasil, ele ainda é bastante elevado pelos padrões internacionais. Os dados ao longo do período permitem afirmar que o processo mais recente de ocupação de terras em Goiás após 1960, repete ou mantém a estrutura fundiária de caráter concentrador pré-existente.

A distribuição da renda entre as pessoas economicamente ativas na agricultura de Goiás apresentada na Tabela 7, é uma conseqüência da estrutura agrária dominante no Estado e tem um perfil caracterizado pela concentração e exclusão, fenômenos que geralmente se apresentam conjuntamente. Em 1970 9,7% das pessoas ocupadas na agricultura de Goiás afirmaram que não tinham rendimento (Tabela 6). Em 1980 essa proporção reduz-se para 5,6%. São em geral membros não remunerados da família de pequenos proprietários, arrendatários e parceiros. A tabela apresenta os resultados obtidos tanto incluindo como excluindo as pessoas economicamente ativas na agricultura sem rendimento. Entre 1970 e 1980 o rendimento médio das pessoas economicamente ativas na agricultura de Goiás incluindo as pessoas sem rendimento, cresce 138%, enquanto o rendimento mediano aumenta 63%. Aumenta desta forma a distância entre a média e a mediana, evidenciando o aumento do grau de assimetria da distribuição da renda, que está geralmente associado a um crescimento da desigualdade. Incluindo as pessoas ativas sem rendimento o índice de Gini cresce de 0,439 para 0,582 entre 1970 e 1980. O aumento dos indicadores de desigualdade é ainda maior quando as pessoas ativas sem rendimento são excluídas: neste caso o índice de Gini passa de 0,378 em 1970 para 0,557 em 1980. A análise dos dados relativos à participação na renda total dos 50% mais pobres e dos 20,10 e 5% mais ricos também permite chegar às mesmas conclusões. É oportuno observar que no Brasil os índices de concentração do patrimônio (terra por exemplo), são sempre superiores aos índices da concentração de renda, uma

vez que os que têm renda mais elevada freqüentemente incorporam novos patrimônios com o excedente da renda obtida, o que acontece raramente com os que têm baixa renda. Estudos recentes apontam que estes últimos muitas vezes desfazem-se do pequeno patrimônio que possuem para saldar dívidas ou migrar.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ocupação do solo brasileiro a partir de 1500 foi realizada tendo como fundamento as seguintes características principais: a) a grande propriedade; b) o trabalho escravo; c) a monocultura; d) a produção dirigida para o exterior; e) a destinação dos recursos naturais. Ao longo destes cinco séculos este modelo prevaleceu, não tendo ocorrido nenhuma ruptura em sua estrutura básica. O trabalho escravo foi formalmente extinto em 1888, mas os libertos não receberam terras e nenhum outro instrumento de trabalho. Com o avanço do processo de urbanização e industrialização ao longo do século vinte, o mercado interno ganhou importância e passou a ser um fator relevante e significativo para a produção agropecuária. Apesar disso os fundamentos de nossa estrutura agrária não foram alterados. As cinco características citadas inicialmente ajustaram-se e adequaram-se à nova realidade e continuam presentes. O resultado é uma sociedade altamente excludente onde os benefícios decorrentes do crescimento econômico são apropriados por uma minoria. Os indicadores relativos à concentração da propriedade da terra e da renda são expressivos. O chamado processo de modernização da agricultura brasileira que se acentua a partir da década de sessenta, e que tem como base a mecanização e o emprego de insumos (fertilizantes, fungicidas, inseticidas, herbicidas, produtos veterinários, etc.), em nada contribuiu para a diminuição das desigualdades; pelo contrário, acentuou-as. A política agrícola que prevaleceu no período 1965/1985 e teve no crédito rural subsidiado o seu principal instrumento, foi apropriada por menos de 20% dos proprietários rurais e, entre eles, houve um elevado grau de concentração. Houve anos no final da década de setenta em que 1% dos maiores mutuários receberam mais de 30% do crédito altamente subsidiado. (Note-se que 80% dos produtores não tiveram acesso a este crédito). Este modelo acima exposto de forma bastante resumida, também se repete no Estado de Goiás e na região dos cerrados. Nesta área, como já destacamos no início, incorporam-se aos instrumentos da política agrícola vigente no país, programas especiais de estímulo à sua ocupação. O mais importante deles foi o Polocentro (Programa

de Desenvolvimento dos Cerrados), o principal programa de ação regional do II PND, instituído no início do Governo Geisel em 1975 e que destinou aproximadamente 250 milhões de dólares para a região entre 1975 e 1984. Outras iniciativas que destinaram recursos adicionais para os cerrados foram o Proálcool, o Prodecer (Programa de Cooperação Nipo-Brasileira para o Desenvolvimento dos Cerrados), e os financiamentos oriundos do Condepe (Conselho de Desenvolvimento da Pecuária), destinados à implantação de pastagens cultivadas.

Em síntese, ao longo das últimas décadas houve uma notável expansão da atividade agropecuária na área dominada pelos cerrados. Shigi, S. (1997) estima que entre 1970 e 2000 61,4 milhões de ha (614.000 km<sup>2</sup>) da área dos cerrados foi ocupada (Esta área é maior que a soma dos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná). E, conforme já verificamos tendo como referência o Estado de Goiás, os reflexos de ordem social foram inexpressivos, ou até mesmo negativos.

**Tabela 1** - Número e área total dos estabelecimentos agropecuários do Estado de Goiás (e Tocantins) e Brasil no período de 1960 a 1995/96.

Ano	Nº de Estabelecimentos		Área Total (ha)	
	GO	BR	GO	BR
1960	111.015	3.337.769	28.877.314	249.862.142
1970	145.115	4.924.019	35.783.038	294.145.466
1975	153.535	4.993.252	43.128.867	323.896.082
1980	153.770	5.159.851	47.853.028	364.854.421
1985	178.685	5.801.809	47.218.510	374.924.929
1995/96	156.704	4.859.865	44.238.364	353.611.246

Fonte: IBGE, Censos Agropecuários.

Tabela 2 - Uso do solo nos estabelecimentos agropecuários do Estado de Goiás (e Tocantins) e Brasil no período de 1960 a 1995/96.

ANO	Área de Lavouras (ha)		Área de Pastagem (ha)		Área de Matas e Florestas (ha)		Área Produtiva não utilizada (ha)
	Permanentes	Temporárias	Naturais	tadas	Naturais	Plantadas	
1960	GO 122.126 BR 7.797.488	866.428 20.914.721	16.060.502 102.272.053	3.107.592 20.063.333	4.641.970 55.875.299	117.178 2.069.806	2.335.544 28.174.779
1970	GO 78.459 BR 7.984.068	1.557.711 25.999.728	19.423.118 126.406.233	4.362.064 29.732.296	4.911.062 56.222..917	24.598 165.825	3.869.843 33.410.460
1975	GO 76.744 BR 8.385.395	2.484.350 31.615.963	21.712.529 125.950.884	7.451.634 39.701.366	6..369.257 67.857.631	24.799 2.864.298	3.063.438 30.637.405
1980	GO 121.890 BR 10.472.135	3.104.289 38.632.128	20.578.467 113.897.357	10.843.662 60.602.284	6.888.654 83.151.990	78.601 5.015.713	2.960.905 24.796.570
1985	GO 70.404 BR 9.903.487	3.465.879 42.244.221	16.923.310 105.094.029	14.622.174 74.094.402	5.740.961 83.016.973	86.458 5.966.626	3.025.225 24.519.143
1995/96	GO 78.315 BR 7.541.626	2.363.766 34.252.829	10.938.235 78.048.463	19.544.617 99.652.009	6.810.582 88.897.582	72.730 5.396.016	1.849.639 16.360.085

Fonte: IBGE, Censos Agropecuários.

Tabela 3 - Número de estabelecimentos que usam fertilizantes, defensivos agrícolas e práticas de conservação do solo e área irrigada no Estado de Goiás (e Tocantins) e Brasil, no período de 1960 a 1995/96.

NO	Uso de Fertilizantes(nº)		Uso de Defensivos(nº)		Prática de Cons. Solo (nº)		Área Irrigada (ha)	
	GO	BR	GO	BR	GO	BR	GO	BR
1960	-	-	-	-	-	-	1.145	461.550
1970	8.170	915.800	-	-	-	-	4.248	795.815
1975	30.219	1.111.849	105.231	2.548.811	5.751	417.369	8.791	1.086.830
1980	56.014	1.657.827	124.566	3.110.324	16.844	672.085	31.024	1.481.219
1985	76.469	1.832.658	138.766	3.186.276	21.811	736.590	48.592	1.959.824
1995/96	65.831	1.859.340	143.187	3.207.749	27.225	909.467	177.377	3.121.642

Fonte: IBGE, Censos Agropecuários.

Tabela 4 - Pessoal ocupado, número de tratores e número de bovinos no Estado de Goiás (e Tocantins) e Brasil, no período de 1960 a 1995/96

NO	Pessoal ocupado (nº)		Números de tratores		Números de bovinos	
	GO	BR	GO	BR	GO	BR
1960	499.207	15.633.985	-	-	-	-
1970	547.647	17.582.089	5.692	165.870	7.792.839	78.562.250
1975	688.033	20.345.692	13.634	323.113	12.728.294	101.673.753
1980	780.749	21.163.735	27.600	545.205	16.089.510	118.085.872
1985	855.832	23.394.919	38.721	665.280	18.080.378	128.041.757
1995/96	665.878	17.930.890	51.263	803.742	21.706.532	153.058.275

Fonte: IBGE, Censos Agropecuários.

Tabela 5 - Área média, área mediana, índice de Gini, porcentagem da área total correspondente aos estabelecimentos menores do que a mediana (50) e porcentagem da área total ocupada pelos 5% dos maiores estabelecimentos (5<sup>+</sup>) no Estado de Goiás (e Tocantins) e Brasil no período de 1960 a 1995/96.

ANO	Área média (ha)		Área mediana (ha)		Índice de Gini		50 <sup>-</sup> (%)		5 <sup>+</sup> (%)	
	GO	BR	GO	BR	GO	BR	GO	BR	GO	BR
1960	260,1	74,9	55,1	12,2	0,767	0,842	4,5	3,1	51,0	67,9
1970	246,6	60,0	71,4	9,3	0,738	0,844	5,8	2,9	48,6	67,0
1975	280,9	64,9	79,1	8,9	0,749	0,855	5,3	2,5	49,6	68,7
1980	311,3	70,8	87,2	9,7	0,755	0,857	5,4	2,4	51,5	69,3
1985	264,3	64,7	71,0	8,4	0,756	0,858	4,8	2,3	49,8	69,0
95/96	286,0	73,1	79,4	10,1	0,741	0,857	5,6	2,3	48,1	68,8

Fonte: IBGE, Censos Agropecuários.

Tabela 6 - Algumas características da distribuição da renda entre pessoas economicamente ativas na agricultura de Goiás, em 1970 e 1980, incluindo ou excluindo as pessoas ativas sem rendimento

Estatística	Inclusive pessoas sem rendimento		Exclusive pessoas sem rendimento	
	1970 GO	1980 GO	1970	1980
Porc. sem rendimento	9,7	5,6	-	-
Rendimento médio <sup>(1)</sup>	0,80	1,90	0,88	2,01
Rendimento mediano <sup>(1)</sup>	0,60	0,98	0,64	1,01
Índice de Gini	0,439	0,582	0,378	0,557
Participação na Renda Total				
. 50% mais pobres	22,5	15,9	26,3	17,4
. 20% mais ricos	48,7	63,7	45,8	62,6
. 10% mais ricos	34,7	50,9	33,2	50,0
. 5% mais ricos	25,3	40,3	24,2	39,5

Fonte: IBGE, Censos Demográficos de 1970 e 1980.

(1) Em unidades de valor igual ao maior salário mínimo de agosto de 1980, usando como deflator o índice de custo de vida do DIEESE.



## LITERATURA CONSULTADA

ALHO, C.J.R. e MARTINS, E.S. (1994). De Grão em Grão o Cerrado Perde Espaço: cerrado – impacto do processo de ocupação. Documento para discussão. PRO-CER WWF (Fundo Mundial para a Natureza).

CUNHA, A. e MULLER, C. (1988). Diagnóstico Regional – Região Centro-Oeste. In: Aguiar, M.N. (org.). A Questão da Produção e do Abastecimento Alimentar no Brasil: um diagnóstico macro com cortes regionais. Brasília: IPEA/IPLAN: PNUD.

GUEDES, L.C.A. (1992). Condicionantes da distribuição de renda na agricultura de Goiás em 1980. Piracicaba ESALQ/USP, dissertação de mestrado.

GUEDES PINTO, L.C. (1980). Notas sobre Política Agrícola e Crédito Rural. Campinas, SP.

HOFFMANN, R. (1982). Evolução da Desigualdade da Distribuição da Posse da Terra no Brasil no período 1960-80. Reforma Agrária, vol. XII, nov./dez., 1982. Campinas, SP.

HOFFMANN, R. (1992). Vinte anos de desigualdade e pobreza na agricultura brasileira. Revista de Economia e Sociologia Rural, Brasília, 30 (2): 97-113, abr./jun. 1992.

HOFFMANN, R. (1994). Desigualdade e Pobreza na Agricultura de Goiás: 1970-1990. Revista de Economia e Sociologia Rural, Brasília, 32(3) 237-254, jul./set. 1994.

IBGE. Censos Agropecuários: 1960, 1970, 1975, 1980, 1985, 1995/96. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

MYERS, N. e outros (2000). Biodiversity Hotspots for Conservation Priorities. Nature. 403(24). Feb. 2000.

REZENDE, G.C. (1990). Agricultura de Grãos no Centro-Oeste: evolução recente, vantagens comparativas regionais e o papel da política de preços mínimos. Texto para Discussão nº. 197. Brasília, IPEA.

SHIGI, S. (1997). Sistema Agroalimentar nos Cerrados Brasileiros: caminhando para o caos? In: Agricultura, Meio Ambiente e Sustentabilidade do Cerrado Brasileiro. Universidade Federal de Uberlândia.



# MANEJO DOS SOLOS DA REGIÃO DOS CERRADOS

Liovando Marciano da Costa<sup>1</sup>, Paulo Gabriel Soledade Nacif<sup>1,2</sup>,  
Oldair Vinhas Costa<sup>1</sup>, Nelci Olszewski<sup>1</sup>

## INTRODUÇÃO

O povoamento da região dos Cerrados brasileiro teve início há cerca de 11.000 anos, com caçadores adaptados às condições ambientais. Posteriormente as populações indígenas passaram a desenvolver uma agricultura diversificada até o século XVIII, quando a região foi ocupada pelo homem branco em busca de ouro, pedras preciosas e índios. Findo o ciclo da mineração, a região dos Cerrados permaneceu economicamente dedicada à criação extensiva de gado e à agricultura de subsistência (PINTO, 1993).

Após passar a maior parte da história do Brasil sem ser inserido em ciclos agrícolas relevantes, a partir da segunda metade do século XX a região dos Cerrados passa a constituir-se numa das áreas agrícolas mais dinâmicas em todo o mundo. Esta dinamização aconteceu após a construção de Brasília que possibilitou a implantação de uma infra-estrutura mínima de transportes e, principalmente, devido às novas tecnologias desenvolvidas nas universidades e centros de pesquisas brasileiros, as quais foram centradas na viabilização de ocupação de solos muito intemperizados. Essas tecnologias permitiram a correção das características químicas limitantes desses solos, bem como o desenvolvimento de cultivares mais adaptados a tais condições. Aliado a isso, os avanços na mecanização agrícola completaram o conjunto de instrumentos tecnológicos que permitiram a ocupação dessa imensa área, antes considerada inóspita à agricultura de grande escala.

Evidentemente, todo esse dinamismo antrópico gera instabilidades nos ecossistemas naturais e, por isso, deve ser monitorado para evitar o desenvolvimento de processos de degradação dos solos, cujas conseqüências são altamente indesejáveis.

No presente trabalho, buscar-se-á demonstrar os principais mecanismos envolvidos nos processos de manejo dos solos dos Cerrados que podem levar às suas degradações e as possíveis vias para minorar ou evitar esses aspectos negativos.

---

<sup>1</sup> Universidade Federal de Viçosa – UFV. Viçosa/MG.

<sup>2</sup> Universidade Federal da Bahia – UFBA. Cruz das Almas/BA.

## CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO DOS CERRADOS

Por suas características a região dos Cerrados é a grande fronteira agrícola do mundo, capaz de responder de maneira imediata à crescente demanda por produtos agrícolas: existência de uma infra-estrutura mínima, relevo predominantemente plano ou levemente ondulado, clima com períodos de secas e chuvas definidos e a disponibilidade de tecnologia agrícola adaptada às suas condições.

Ao delimitar os Domínios Morfoclimáticos Brasileiros AB'SABER (1969) nomeou a área central do Brasil como Chapadões Tropicais Interiores recobertos com Cerrados e penetrados por Florestas de Galerias.

O domínio dos Cerrados em sua região nuclear ocupa predominantemente maciços planaltos de estrutura complexa, dotados de superfícies aplainadas de cimeira, e um conjunto significativo de planaltos sedimentares compartimentados, ocupando níveis que variam entre 300 a 1.700 m de altitude. As formas de terrenos são a grosso modo similares tanto nas áreas de terrenos cristalinos aplainados quanto nas áreas sedimentares sobrelevadas e transformadas em planaltos típicos. Chapadões sedimentares e chapadões de estrutura complexa e velhos terrenos têm o mesmo comportamento na estruturação das paisagens físicas e ecológicas do domínio dos Cerrados (AB'SABER, 1996).

Os Cerrados apresentam uma considerável variação de vegetação, solos, clima e topografia. Sua área é de 2.037.600 km<sup>2</sup>, correspondendo a aproximadamente 22% das terras do Brasil (ADÁMOLI et al., 1987).

A unidade fitofisionômica da região dos Cerrados mascara a realidade de uma diversidade ambiental acentuada, onde as influências climáticas das regiões vizinhas têm importante papel.

Os principais fatores determinantes da presença dos Cerrados são os solos ácidos, de baixa fertilidade, e o clima estacional. Quando às condições ambientais, acima expostas, se somam a ocorrência de solos arenosos, litólicos ou hidromórficos, as fisionomias tendem às formas mais abertas, localmente chamadas de Campo Cerrado, Campo Sujo ou Campo Limpo. Quando ocorrem condições ambientais que implicam em compensações hídricas ou edáficas, as fisionomias tendem a formas mais densas, como o Cerrado Denso ou Cerradão, Mata Mesofítica e Mata de Galeria. Com a saturação de água nos solos em áreas de surgências, a vegetação típica dos Cerrados passa a ser substituída por Campos Inundáveis, Veredas ou Campos de Murundus (GOEDERT, 1987; MACEDO, 1996).

A distribuição dos principais solos na região apresenta, segundo MACEDO (1996) a seguinte frequência: Latossolos (Latossolos) - 48,8%; Argissolos (Podzólicos) - 15,1%; Plintossolos (Lateritas Hidromórficas) - 6,0%; Neossolos Quartzarênicos (Areias Quartzosas) - 15,2%; Neossolos Litólicos (Solos Litólicos) - 7,3% ; Cambissolos (Cambissolos) - 3,0%; Nitossolos (Terras Roxas) - 1,7%; Gleissolos (Solos Gleis) - 2,0 % e, outros solos - 0,9%.

O clima da região é do tipo tropical estacional, com chuvas da ordem de 1.500 mm anuais (65% da superfície da região recebe entre 1.200 e 1.500 mm, enquanto 86% ficam entre 1.000 a 2.000 mm anuais). A duração da época seca, definida em termos de déficit hídrico, é de 5 a 6 meses, em 64% da superfície total da região, e de 4 a 7 meses, em 87% da superfície (ADÁMOLI, et al. 1987).

No período de outubro a abril, quando ocorrem 80 a 90 % do total anual das precipitações pluviométricas a região está sujeita à ocorrência de períodos de interrupções das precipitações (veranicos). Tal fenômeno dá início a um desequilíbrio no sistema, por interromper a recarga hídrica do solo e por aumentar gradativamente a demanda hídrica da atmosfera (LUCHIARI Jr. et al., 1987).

Para RESENDE et al. (1996a) pouco se conhece sobre a frequência e a duração dos veranicos no tempo e no espaço. Assim, os autores recomendam que para se fazer considerações sobre esse fenômeno há de se incluir, principalmente, aspectos de solo, do clima, da planta e do manejo. Deste modo, há um veranico para cada situação edafoclimática e para cada cultura.

A região apresenta cursos d'águas perenes, mas muito afastados uns dos outros. Como consequência uma única fonte de poluição pode afetar a água disponível de uma grande área (RESENDE, et al. 1996b).

A região dos Cerrados se destaca como uma das mais ricas formações savânicas do mundo, principalmente pela sua diversidade faunística e florística e pelo alto grau de endemismo da sua flora (MITTERMEIER et al., 2000). Deste modo, um programa de manejo dos solos nesta região deve estar intimamente relacionado ao planejamento do uso das terras. Isso possibilitará o reconhecimento e proteção dos ecossistemas mais frágeis, bem como um eficiente monitoramento regionalizado das formas de ocupações antrópicas de suas terras.

## USO E MANEJO DOS SOLOS DOS CERRADOS

Uso do terra é conceituado por De BIE (1996) como uma série de operações sobre a terra, feitas pelo homem com a intenção de obter produtos ou benefícios por meio dos recursos naturais. Nesse sentido, como parte deste sistema, o manejo dos solos é o conjunto de tecnologias aplicadas com o objetivo de se obter a contribuição do solo no sistema produtivo. Esse manejo será sustentável caso ele, a longo prazo, conserve ou melhore a capacidade do solo em desempenhar as suas funções produtivas e ecológicas nos agrossistemas.

Neste conceito, visto de modo mais amplo, o manejo de solos baseia-se em conhecimentos de solo, de clima e de planta e está diretamente relacionado com os sistemas de produção da área. Estes, por sua vez, dependem de fatores sócio-econômico-culturais internos e externos à região em estudo. Sendo assim, o conhecimento necessário ao manejo do solo implica em interdisciplinaridade; entendida não apenas pela justaposição de duas ou mais disciplinas, mas numa interação entre elas que busque a integração mútua dos conceitos, da terminologia, da metodologia, dos procedimentos, dos dados e da organização da pesquisa.

Em muitos casos a conservação do solo vem sendo confundida como sinônimo de práticas mecânicas de controle da erosão. No entanto, para uma compreensão adequada do assunto precisa-se conhecer bem a classificação e a gênese do solo, sua mineralogia, química, biologia, física e sua fertilidade, aspectos climáticos e características das plantas cultivadas.

Em condições originais os solos dos Cerrados possuem propriedades físicas que não limitam o desenvolvimento das raízes, devendo-se, no entanto, ressaltar a baixa disponibilidade de água da maioria dos seus solos: Os Latossolos oxidícos com textura média e os Neossolos Quartzarênicos possuem baixa disponibilidade de água e alta permeabilidade, pela elevada proporção de areia; já os Latossolos oxidícos argilosos apresentam a mesma tendência, em razão da estrutura microgranular, com baixa coerência entre os grãos secundários, que comportam-se como grãos de areia.

As principais limitações, comuns na maioria dos solos da região, são as decorrentes da elevada acidez, de alta saturação de alumínio e baixa disponibilidade de nutrientes. Desse modo, foi natural que os esforços iniciais das pesquisas sobre o manejo desses solos se voltassem para resolução dos problemas de fertilidade e mecanização agrícola. No entanto, as pesquisas demonstraram que as propriedades físicas originais dos solos podem ser rapidamente desestabilizadas e, como a natureza não é estanque, assim como as reações químicas do solo podem ser afetadas por suas propriedades físicas

(oxi-redução, por exemplo) a recíproca também é verdadeira. Tais aspectos estão representados na figura 1 (COSTA, 1985; COSTA et al., 1996).

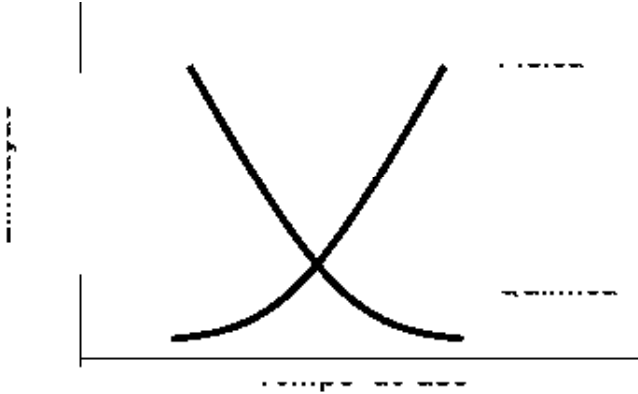


Figura 1 – Degradação física e melhoria química dos solos distróficos dos Cerrados (COSTA 1985; COSTA et al., 1996).

## CICLAGEM DE ELEMENTOS QUÍMICOS NOS SISTEMAS AGRÍCOLAS

Este tópico tem por objetivo discutir aspectos relacionados à interação entre o manejo do solo e os ciclo biogeoquímicos dos nutrientes e metais pesados.

As principais entradas de nutrientes nos agrossistemas ocorrem via intemperismo, adições atmosféricas, fixação assimbiótica e simbiótica de nitrogênio e aplicação de fertilizantes e as saídas ocorrem via lixiviação e descargas hídricas, erosão, queima, volatilização e exportação de produtos (REIS & BARROS, 1990; BRUIJNZEEL, 1991).

As principais atividades antrópicas responsáveis pela introdução de metais pesados nos sistemas agrícolas são as emissões atmosféricas, aplicação de agrotóxicos, resíduos orgânicos e inorgânicos, fertilizantes, corretivos e água de irrigação (KABATA PEDIAS, 1984; ALLOWAY, 1990).

A percepção do manejo da fertilidade como parte do manejo de solos permite integrar as atividades de fertilização à outras com influência na conservação e disponibilidade desses nutrientes nos sistemas. Para isso é preciso que se conheça, com o maior detalhe possível, a dinâmica dos nutrientes nos diversos compartimentos que participam o processo produtivo que, por sua

vez, envolve o sistema solo-planta-atmosfera e até mesmo os animais. Portanto essa dinâmica depende, entre outros fatores ambientais, da espécie vegetal e/ou animal, tipo de nutriente e classe do solo, relevo e clima.

A maior parte dos nutrientes origina-se no processo de intemperismo das rochas durante a gênese do solo. Como esse processo é muito dinâmico nas regiões tropicais úmidas, os solos tornam-se muito empobrecidos em bases e em fósforo e passam a apresentar altos teores de alumínio trocável. Nestes sistemas tropicais, os nutrientes ligados à biomassa e aqueles encontrados nos primeiros centímetros do solo podem desempenhar um papel muito importante na produção vegetal. Deste modo, todo sistema de manejo que facilitar a liberação rápida desses nutrientes deve ser evitado uma vez que isso implica na destruição da parte mais ativa do suporte ecológico dos sistemas agrícolas.

Tal aspecto é ainda mais realçado quando considera-se que em consequência do manejo da fertilidade, via correção da acidez e aplicação de adubos, a camada superficial dos solos tende ao eutrofismo. Nesse aspecto, considerando a baixa capacidade de retenção de cátions dos solos tropicais, a matéria orgânica passa a ter uma importância central na ciclagem desses nutrientes e evitar a sua perda por erosão ou oxidação é fundamental para a sustentabilidade do sistema. Estudos caracterizando em detalhes as diferentes frações da matéria orgânica total do solo são fundamentais para explicações relacionadas à disponibilidade de nutrientes dos solos tropicais.

LEMAITRE et. al. (1995) denominaram de carbono lábil a fração de matéria orgânica intermediária entre a massa microbiana e as substâncias húmicas. Essa fração inclui as moléculas de cadeia curta presentes na solução do solo, associadas aos cátions trocáveis na interface da superfície sorção-solução do solo.

A matéria orgânica lábil é de grande importância na conservação da fertilidade do solo, por ser fonte de nutrientes das plantas. Sua composição química permite a mineralização rápida. A temperatura e a umidade do solo atuam regulando sua taxa de decomposição (JENKINSON & AYANABA, 1977).

Dada a importância desse carbono orgânico lábil (COL) na dinâmica dos sistemas BLAIR (1995) propôs um índice de labilidade no qual reduções nos valores de COL indicam problemas de sustentabilidade nos sistemas agrícolas.

O manejo dos resíduos de culturas é uma questão central para a agricultura nos trópicos e é necessário se ter como princípio a necessidade de se trabalhar sempre com a maior quantidade possível de resíduos nos solos.

O importante papel desempenhado pela adubação verde nas propriedades físicas e químicas do solo tem sido destacado em muitos trabalhos. No



entanto, estudos referentes à ciclagem de nutrientes considerando o papel das espécies espontâneas (conhecidas como plantas invasoras) são escassos. Essas espécies adaptam-se às diversas condições químicas, físicas e biológicas dos solos e, portanto, o conhecimento sobre os seus efeitos de cobertura do solo, produção de biomassa e reciclagem de nutrientes podem ser relevantes, principalmente em áreas de solos degradados.

FAVERO (2000), analisando o potencial de plantas espontâneas para a adubação verde, verificou que algumas espécies exercem efeitos importantes de proteção do solo durante o crescimento e, apesar de apresentarem produção de biomassa e acúmulo de nutrientes inferiores aos das leguminosas, muitas espécies apresentam potencial para reciclagem de nutrientes, principalmente em si tratando de fósforo, potássio e magnésio (Quadro 1).

A introdução de quantidades expressivas de metais pesados nos solos dos sistemas agrícolas dos Cerrados é uma realidade cuja extensão ainda não foi analisada.

Os solos, através das suas matrizes (orgânica e inorgânica), apresentam variadas capacidades de adsorção de metais pesados podendo, com isso, sustentar adições desses contaminantes até certo grau, inativando-os. Mudanças físico-químicas no sistema podem levar à liberação desses metais, os quais podem ser absorvidos pelos vegetais e animais.

A acidez dos solos intemperizados das regiões tropicais, juntamente com a de alguns fertilizantes, a produção de agentes quelantes e os menores valores de pH encontrados na rizosfera de algumas plantas poderão contribuir para que o potencial poluidor (v.g., toxicidade às plantas) desses metais seja maior em condições tropicais do que em regiões temperadas (AMARAL SOBRINHO et al. 1992).

Os Latossolos possuem originalmente grandes variações nos teores de elementos traços e isso poderá ter implicações nos limites de acréscimos antrópicos de metais pesados necessários para caracterizar um ambiente contaminado (KER, 1995; RESENDE et al. 1996b).

AMARAL SOBRINHO et al. (1992), estudando os teores de metais pesados em alguns fertilizantes e corretivos utilizados em Minas Gerais (Quadro 2) concluiu que o uso de alguns destes produtos poderão acarretar em problemas gerais de contaminação do ambiente.

Quadro 1 - Produtividade de massa seca e teor de nutrientes, das leguminosas e das espontâneas (FAVERO et al., 2000).

Espécie	Massa Seca						Nutrientes					
	Tratamentos						Média dos tratamentos					
	Fp+E	Fb+E	Lb+E	Mc+E	Gd+E	Tes	P	K	Ca	Mg	C	N
Leguminosa	5371	7252	736	6987	2867	--	0,08	0,63	0,81	0,09	38,0	2,61
<i>Bidens pilosa</i>	105	625	228	25	384	247	0,15	1,97	0,68	0,13	36,0	1,95
<i>Blainvillea latifolia</i>	--	144	--	--	12	78	0,10	1,74	0,88	0,14	33,3	2,26
<i>Brachiaria plantaginea</i>	12	59	29	--	40	--	0,05	1,13	0,40	0,16	37,6	1,70
<i>Cenchrus echinatus</i>	79	195	265	11	942	1297	0,06	1,20	0,21	0,08	38,8	1,69
<i>Cynodon dactylon</i>	182	251	106	4	320	76	0,06	0,83	0,25	0,06	38,2	1,35
<i>Cyperus rotundus</i>	22	--	46	--	21	20	0,05	1,46	0,29	0,08	37,3	1,50
<i>Chenopodium album</i>	--	--	20	--	--	--	0,12	1,08	1,48	0,10	35,3	2,10
<i>Cornelina benghalensis</i>	93	52	192	80	144	263	0,10	2,30	0,52	0,16	33,0	1,69
<i>Croton glandulosus</i>	--	9	--	--	31	--	0,08	0,76	0,67	0,19	36,4	2,48
<i>Digitaria horizontalis</i>	87	72	147	--	172	206	0,08	1,52	0,26	0,15	37,1	1,53
<i>Eleusine indica</i>	--	--	40	--	76	15	0,08	1,04	0,39	0,13	38,2	1,69
<i>Emilia sanchifolia</i>	--	--	9	--	20	--	0,08	1,65	0,74	0,14	36,4	2,15
<b><i>Euphorbia heterophylla</i></b>	--	--	--	--	10	10	0,28	1,98	0,54	0,09	35,9	1,44
<i>Melampodium perfoliatum</i>	45	701	401	22	113	437	0,13	1,65	0,20	0,20	36,1	1,75
<b><i>Nicandra physaloides</i></b>	18	--	--	--	25	25	0,11	1,22	0,48	0,14	38,3	1,55
<i>Panicum maximum</i>	308	223	276	--	429	889	0,07	1,43	0,34	0,13	36,9	2,43
<b><i>Portulaca oleracea</i></b>	--	--	--	--	--	16	0,08	3,03	0,40	0,27	33,3	1,91
<b><i>Rapuhanus raphanistrum</i></b>	33	--	--	--	--	--	0,05	1,07	0,73	0,07	36,7	1,67
<i>Richardia brasiliensis</i>	41	--	95	1	139	120	0,08	1,23	1,72	0,13	27,8	1,91
<i>Sida glaziovii</i>	--	--	22	--	--	--	0,11	0,60	0,65	0,16	36,8	2,81
<i>Spermacoce latifolia</i>	10	3	75	--	58	41	0,10	1,39	1,04	0,13	32,0	2,51
Outras	--	--	--	23	--	--	0,09	1,34	0,23	0,11	37,2	1,97

Fp+E = feijão-de-porco mais espontâneas; Fb+E = feijão-bravo do Ceará mais espontâneas; Lb+E = lab-lab mais espontâneas; Mc+E = mucuna-preta mais espontâneas; Gd+E = gandu mais espontâneas e Tes = Testemunha.

**Quadro 02** – Valores médio de metais pesados em alguns fertilizantes e corretivos utilizados em Minas Gerais (AMARAL SOBRINHO et al. 1992)

PRODUTOS	Mn	Ni	Cd	Pb	Zn	Cu	Fe	Cr
Calcário – Unai (MG)	91	16,4	3,2	23,3	12,5	4,8	4.085	0,4
Calcário – Arcos (MG)	46	8,0	2,4	27,3	78,1	2,6	981	0,3
Calcário – Italva (RJ)	53	11,5	3,0	26,2	15,2	4,3	614	0,3
Calcário-Poté (MG)	149	19,0	2,6	23,3	35,7	11,0	4.599	0,3
Calcário – Coromandel (MG)	188	17,1	3,1	27,9	12,5	4,8	3.965	0,6
Calcário – Bocaúva (MG)	201	12,3	3,4	27,2	39,9	2,6	452	0,1
Calcário – Formiga (MG)	221	10,7	2,3	25,3	17,0	2,5	376	0,3
Corretivo-resíduo- Paracatu (MG)	2.867	11,4	51,9	2.817,0	10.220,0	121,7	31.610	0,6
Fórmula N-P-K+Zn (0-30-15 +0,2% Zn)	306	20,6	5,4	55,4	2.220,0	32,6	6.610	0,4
Fórmula N-P-K+Zn (0-30-15 +0,4% Zn)	176	13,8	2,7	37,7	3.115,0	33,6	3.545	0,6
Fórmula N-P-K+Zn (0-30-15 +0,5% Zn)	792	30,8	14,6	275,0	5.385,0	72,9	9.225	1,6
Termofosfato Yoorin	2.220	3.300,0	3,1	65,3	374,5	44,1	38.410	9,7
Apatita-de-Araxá	3.915	117,7	6,7	36,1	740,5	72,1	29.590	1,9
Superfosfato triplo + Cu	300	24,6	4,4	17,9	810,0	4.265,0	6.565	0,9

## PROPRIEDADES FÍSICAS DOS SOLOS

O arranjo das partículas primárias e agregados dos solos definem uma geometria de poros e estabelecem, desta forma, as relações massa/volume em cada situação específica (classes de solos, horizontes, ambientes e manejo). Este arranjo das partículas é fundamental para descrever as fases sólida, líquida e gasosa dos solos e suas inter-relações.

A qualidade das propriedades físicas dos solos dos Cerrados pode deteriorar-se por processos relacionados a estresses mecânicos ou físico-químicos. No entanto, é possível afirmar que a grande estabilidade dos agregados dos solos dessa região tem possibilitado a instalação de uma agricultura intensiva sem danos ainda maiores ao ambiente.

Nesses solos, os altos teores de óxidos de ferro e alumínio, agentes cimentantes de alta eficiência, na fração argila, exercem um papel fundamental na estabilidade desses agregados.

A grande estabilidade dos Latossolos dos Cerrados pode ser exemplificada no estudo de MOURA FILHO & BUOL (1972) que demonstrou que os teores de argila de amostras desses solos aumentaram de 40 a 83% quando o óxido de ferro foi removido. Para SHWERTMANN & KÄMPF (1985) e FERREIRA (1999) a gibbsita constitui-se no maior agente de agregação dos Latossolos.

Não obstante as excelentes características físicas desses solos diversos fatores podem implicar na sua deterioração.

A aplicação de corretivos de cálcio e/ou magnésio podem proporcionar alterações na dinâmica de dispersão e floculação do solo. O aumento do pH em solos álicos pode proporcionar um distanciamento em relação ao ponto de carga zero. Isto resultará em mudanças na dinâmica de cargas do sistema que poderá implicar na dispersão de um determinado percentual da argila do solo (JUCKSCH, 1986; GJORUP, 1992). Sabe-se que o efeito da calagem restringe-se à profundidade de incorporação, onde a argila, uma vez dispersa poderá movimentar-se em profundidade até encontrar uma camada do solo onde o pH não foi afetado pela calagem e o  $Al^{3+}$  é mais alto, condição favorável à floculação da argila dispersa, causando assim obstrução dos poros do solo e aumento da densidade naquela posição do perfil (COSTA et al., 1996).

A influência de fenômenos físico-químicos nas propriedades físicas dos solos ainda é um campo muito pouco estudado. É necessário considerar que os altos níveis de aplicações de corretivos e fertilizantes químicos e orgânicos em áreas de manejo intensivo dos Cerrados implica em mudanças nas reações de superfícies dos colóides dos solos, as quais, eventualmente, poderá assumir

importância prática em suas propriedades físicas, como no caso da calagem.

GUPTA et al. (1984) demonstraram que a adição de substâncias húmicas nos solos aumentou a dispersão das argilas dos mesmos. Possivelmente as substâncias húmicas atuam diminuindo o PCZ do sistema. Sendo assim, apesar do importante papel da matéria orgânica na melhoria das propriedades físicas dos solos, já constatado por diversos autores, é importante não generalizar tal assertiva. GUPTA et al. (1984) afirmam que a grande ênfase no papel da matéria orgânica na melhoria das condições físicas dos solos deve merecer considerações mais específicas.

OLIVEIRA (1992) verificou que ciclos de umedecimento e secagem em períodos não muito longos já são capazes de causar uma fragmentação seletiva dos agregados, que ao movimentarem-se no solo poderá causar uma redução do espaço poroso, por conta da acomodação natural do solo devido ao umedecimento. Isto demonstra a necessidade do monitoramento contínuo das propriedades físicas dos solos de áreas submetidas a práticas de cultivos mínimos, uma vez que pode-se concluir sobre a necessidades de eventuais revolvimentos da massa do solo.

As formas e tamanhos das partículas possuem relevantes influências sobre a compactação dos solos (BODMAN & CONSTANTIN, 1965). Proporções de partículas de diferentes tamanhos e formas que se ajustam contribuem significativamente para a formação de camadas adensadas (MALTONI, 1994).

MALTONI (1994) encontrou correlações positivas e significativas para sete perfis de solos de cerrado entre a densidade aparente máxima estimada e os microagregados menores que 0,053 mm. Para o autor esses microagregados contribuem para a elevação da densidade aparente por se alojarem nos poros, formados entre os agregados de maior diâmetro.

Nesses estudos, a morfologia dos agregados pode ter um papel muito importante. Quando submetido à pressões e mudanças físico-químicas, a resposta da estrutura dos solos será, em última análise, por meio de modificações no seu espaço poroso e nas formas dos seus agregados, seja por quebra ou dispersão de uma porção dos seus colóides.

OLSZEWSKI (2000) estudou, por meio de um programa computacional, vários parâmetros relacionados à forma de agregados de um Latossolo Vermelho do município de Sete Lagoas – MG, submetido a diversos tratamentos. Dentre os parâmetros analisados estavam o índice de alongamento (relação entre o comprimento de menor eixo e o comprimento de maior eixo) e o índice de arredondamento. Os dados apresentaram uma tendência na qual os sistemas de manejo com menor revolvimento do solo apresentem menores valores de alongamento e de arredondamento. Segundo o autor a

metodologia mostrou-se sensível à detecção de mudanças na morfologia dos agregados do solo ocasionadas por manejos diferenciados.

A estrutura dos Latossolos conferem a estes solos algumas peculiaridades quanto à retenção de água. CARVALHO (1998), estudando um Latossolo Vermelho de Sete Lagoas (MG) verificou que em média 79% da água foi retida no interior dos agregados e os 21% restantes no espaço poroso inter-agregados, os quais permanecem no sistema em valores apreciavelmente baixos de potencial. Segundo o autor tal resultado confere a esses solos uma disponibilidade de água relativamente baixa para as plantas.

As práticas agrícolas devem estar em sintonia com a manutenção da boa estabilidade estrutural desses solos e, portanto, as indicações tecnológicas devem basear-se no conhecimento científico adquirido sobre as propriedades dos solos tropicais.

## MANEJO DE SOLOS EM PASTAGENS

De acordo com MACEDO (1995) em 1985 os dados do IBGE estimavam que a área com pastagens tanto nativa quanto cultivadas, no cerrado do Brasil central, era de 85,2 milhões de hectares, em sistemas de produção baseados em criação extensiva. Ao longo dos anos as pastagens cultivadas tiveram, segundo este mesmo autor, crescimentos surpreendentes, chegando a ocupar uma área de 45 a 50 milhões de ha em 1994, sendo que este incremento tem ocorrido às custas das pastagens nativas, que estão ficando cada vez mais confinadas a ambientes de preservação ambiental, e em substituição ou não às áreas cultivadas com lavouras anuais ou perenes, dependendo da situação econômica de cada microrregião.

Estes dados mostram que a pecuária é uma das principais atividades do setor primário da região dos Cerrados participando, segundo LONGO & ESPÍNDOLA (1998), com 42% do rebanho bovino nacional. Mas, devido principalmente a problemas relacionados à fertilidade dos solos e aos longos períodos de estiagem, mencionados anteriormente, esta atividade não tem alcançado índices de produtividade satisfatórios. Segundo MACEDO (1995) e KARIA & ANDRADE (1996), a escassez de forragem, principalmente nas épocas mais secas, ocasionada por estes problemas tem resultado em baixos índices zootécnicos dos rebanhos e a densidade bovina em pastagens nativas e cultivadas não passa de 1 cabeça por ha. Para RAO et al. (1995) a baixa produtividade das forrageiras em solos tropicais tem como causas principais a elevada acidez dos solos, a toxidez devido aos altos teores de alumínio e

manganês solúveis e a baixa disponibilidade de nutrientes, principalmente de fósforo e nitrogênio.

Para se alcançarem níveis aceitáveis de produtividade nestes ambientes é preciso que sejam dispensados, para este setor, uma série de investimentos visando a redução dos problemas abordados.

No que se refere aos problemas químicos dos solos, sabe-se que é preciso a utilização de grandes quantidades de insumos (corretivos e fertilizantes). Segundo NOVAIS et al. (1985), a “construção” da fertilidade do solo em fósforo torna-se particularmente importante nos solos ácidos dos trópicos, uma vez que estes apresentam baixa disponibilidade natural e alta capacidade de adsorção e de fixação deste nutriente. Além disso, tem-se que a absorção de nitrogênio pelas plantas é restringida pela deficiência de fósforo. MACEDO (1995) enfatiza que uma vez corrigido o fósforo, o nitrogênio passa a ser o responsável pela sustentabilidade da produção. Experimentos de consorciação com leguminosas, em solos com fertilidade corrigida, demonstram que quanto maior a persistência da leguminosa no sistema maiores as chances da produção se sustentar e aumentar o N disponível.

Por outro lado, deve-se estar atento às formas de aplicação de insumos aos solos, pois como já amplamente discutido na literatura, a exemplo do que ocorre com a adsorção do fósforo na maioria dos solos dos Cerrados (NOVAIS & SMITH, 1999) e de uma possível dispersão das argilas dos solos promovidas pela calagem (JUCKSCH, 1987; GJORUP, 1992) as conseqüências destas práticas podem não ser sempre benéficas.

A compactação ou adensamento de solos de pastagens cultivadas ou nativas é fato notório e generalizado. Atualmente, alguma preocupação já vem sendo notada porque, em muitas áreas, a produtividade das forrageiras vem diminuindo rapidamente. Sinais de degradação de pastagens são vistos nos mais variados locais e diferentes regiões. A infiltração de água no solo tem reduzido drasticamente, resultando em escoamento superficial de água e arraste de solo pela erosão. Com o adensamento do solo, começam aparecer áreas descobertas que tornam-se cada vez mais endurecidas, chegando a não ocorrer cobertura do solo sem que haja intervenção do homem (COSTA & JUCKSCH, 1992).

Trabalhando com os efeitos da introdução de pastagem sobre a estabilidade de agregados em solos dos Cerrados, LONGO & ESPÍNDOLA (1998) observaram uma acentuada redução no diâmetro dos agregados (aproximadamente 50%) quando foram feitas comparações entre áreas com vegetação natural e pastagem. Segundo estes autores, esta redução mais brusca, pode ser devida ao manejo dos solo que nestas condições promove uma diminuição

no teor de matéria orgânica, por sua exposição e conseqüente oxidação com a estabilidade dos agregados da camada superficial do solo tendendo a diminuir.

Diante disso, pode-se argumentar que os problemas relacionados às propriedades físicas do solo, nos ambientes pastoris (excetuando-se os de ocorrência natural), estão muito mais ligadas ao mau uso dos seus recursos pela falta de estratégias eficazes no manejo dos mesmos do que necessariamente pelas pressões causadas pela implantação e uso destes sistemas.

Sendo assim, o uso de técnicas que consigam integrar as necessidades dos fatores homem, animal, planta e meio físico, tentando sempre se aproximar de um máximo ótimo é a solução viável e que pode garantir a sustentabilidade destes sistemas.

Analisando-se à natureza dos problemas encontrados nos Cerrados, principalmente aqueles relacionados a pobreza química e déficit hídrico, vê-se que as soluções encontradas até o momento, são relativamente complexas e pouco econômicas. Isto leva a um questionamento: da forma como a pecuária nacional vem sendo conduzida até o momento, os produtos gerados por ela pagam os investimentos necessários para a sua manutenção à níveis sustentáveis?

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

É possível afirmar que a grande estabilidade dos agregados dos solos dessa região tem possibilitado a instalação de uma agricultura intensiva sem danos ainda maiores ao ambiente. No entanto, mesmo esse sistema está sujeito à fenômenos de compactação e adensamentos mecânicos e físico-químicos.

As principais limitações, comuns na maioria dos solos da região, são as decorrentes da elevada acidez, de alta saturação de alumínio e baixa disponibilidade de nutrientes e isto pode gera a necessidade de adições contínuas de fertilizantes e corretivos as quais implica em mudanças físicas e químicas nos solos. Essas mudanças devem ser monitoradas uma vez que nem sempre elas se revelam positivas.

Por fim é necessário salientar que o manejo dos resíduos de culturas é uma questão central para a agricultura nos trópicos e é deve-se ter como princípio a necessidade de se trabalhar sempre com a maior quantidade possível de resíduos orgânicos nas glebas.



## LITERATURA CONSULTADA

AB'SABER, A. N. Províncias geológicas e domínios morfoclimáticos no Brasil. Geomorfologia, São Paulo, 20: 1-26, 1970.

AB'SABER, A. N. Domínios morfoclimáticos e solos do Brasil. In: ALVAREZ V., V.H.; FONTES, L.E.F.; & FONTES, M.P.F. Os solos nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o domínio sustentável. Viçosa, SBSC & UFV, 1995. p. 429-444.

ADÂMOLI, J.; MACÊDO, J.; AZEVEDO, L. G.; NETTO, J.M. Caracterização da região dos Cerrados. In: GOEDERT, W.J. Solos dos Cerrados – Tecnologias e estratégias de manejo. São Paulo, Nobel; Brasília, EMBRAPA, 1987. p. 33-74.

ALLOWAY, B.J. The origins of heavy metals in soils. In: ALLOWAY, B.J. (ed.) Heavy metals in soils. Glasgow, Blackie Academic & Professional, 1990. p.29 – 39.

AMARAL SOBRINHO, N.M.B.; COSTA, L.M.; OLIVEIRA, C. VELLOSO, A.C.X. Metais pesados em alguns fertilizantes e corretivos. R. Bras. Ci. Solo, 16:271-276, 1992.

BRUIJNZELL, L. A. Nutrient input-output budgets of tropical forest ecosystems: a review. Journal of Tropical Ecology, 7: 1-24, 199.

BLAIR, G. ; LEFROY, D.B.; LEANNE, L. Soil carbon fractions based on their degree of oxidation, and the development of a carbon management index for agricultural systems. Aust. J. Agric. Res., 46:1459-1466.

BODMAN, G.B.; CONSTANTIN, G.K. Influência of particle size distribution in soil compaction. Hilgardia, 36:567-591, 1965

CARVALHO, M.A. Retenção de água e outros atributos físicos de agregados de um Latossolo Vermelho-Escuro. Viçosa, UFV, 1998. (Tese de Doutorado).

COSTA, L.M. Aspectos de conservação do solo. In: I Encontro do uso da terra na região do Vale de Parapanema. Assis, Fundação Cargil, 1985. p. 71-84.

COSTA, L. M., JUCKSCH, I. Dia de campo sobre manejo e conservação de solos. Capinópolis – MG: Boletim técnico. CEPET/UFV, 1992. 28p.

COSTA, L. M.; JUCKSCH, I.; GJORUP, G.B. Manejo de solos. Brasília, ABEAS, 1996. 62p.

De BIE, C.A.; BEEK, K.J.; DRIESSEN, P.M. & ZINCK, J.A. Em direção a operacionalização das informações dos solos para um manejo sustentável das terras. In: ALVAREZ V., V.H.; FONTES, L.E.F.; & FONTES, M.P.F. Os solos nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o domínio sustentável. Viçosa, SBSC & UFV, 1995. p. 336-352.

FAVERO, C.; JUCKSEN, I; COSTA; L.M. ; ALVARENGA, R.C.; NEVES, J.C.L. Crescimento e acúmulo de nutrientes por plantas espontâneas e por leguminosas utilizadas para adubação verde. R. Bras. Ci. Solo,24:171-177, 2000.

FERREIRA, M.M.; FERNANDES, B.; CURI N. Influência da mineralogia da fração argila nas propriedades físicas de latossolos da região sudeste do Brasil. R. Bras. Ci. Solo, 1:52-53, 1999.

GJORUP, G. B. Influência da carga dependente de pH e do alumínio trocável no teor de argila dispersa em água. Viçosa, UFV, 1992. 41 p. (Tese de Mestrado).

GUPTA, R.K.; BHUMBLA, D.K.; ABROL,U.P. effect of Sodidity, pH, Organic Matter and Calcium carbonate on the dispersion Behavior of soils. Soil science, 137:245-251, 1984.

JENKINSON, D.S.; AYANABA, A. Decomposition of <sup>14</sup>C-labelled plant material under tropical conditions. Soil Sci. Am. J. 4: 912-915, 1977.

JUCKSCH, I. Calagem e dispersão de argila em amostra de um Latossolo Vermelho Escuro. Viçosa, UFV, 1987.37p. (tese de mestrado)

LEMAITRE, A.; CHAUSSOD, R.; TAVANT, Y BRUCKERT, S. Na attempt to determine a pool of labile organic matter associated with the soil micorbial biomass. Eur. J. Soil Biol., 3:121-125,1995.

LONGO, R. M., ESPÍNDOLA, C.R. Efeito da introdução de pastagem sobre a estabilidade de agregados dos solos do cerrado. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO DA ÁGUA, 12, 1988, Fortaleza. Anais... Fortaleza: SBCS, 1998. p.67-68.

LUCHIARI JUNIOR; Resende, M. ; RITCHEY, K. D.; FREITAS JUNIOR, E.F.; SOUZA, P.I.M. Manejo do solo e aproveitamento de água. In: GOEDERT, W.J. Solos dos Cerrados – Tecnologias e estratégias de manejo. São Paulo, Nobel; Brasília, EMBRAPA, 1987. p. 285-322.

KABATA PENDIAS, A. & PENDIAS H. Trace elements in soils and plants. Boca Raton, CRC Press, 1984. 315p.

KARIA, C.T.; ANDRADE, R.T. Avaliação preliminar de espécies forrageiras do Centro de Pesquisa de Agropecuária dos Cerrados: perspectivas futuras. In: PEREIRA, R.C.; NASSER, L.C. Biodiversidade e produção sustentável em alimentos e fibras nos Cerrados. SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO. EMBRAPA, Brasília,1996. p. 471-478.

KER, J. C. Mineralogia, sorção e dessorção de fosfato, magnetização e elementos traços de Latossolos do Brasil. Viçosa, UFV, 1995. 181p.

MACEDO, J. Os solos da região dos Cerrados. In: ALVAREZ V., V.H.; FONTES, L.E.F.; & FONTES, M.P.F. Os solos nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o domínio sustentável. Viçosa, SBCS & UFV, 1996. p. 336-352.

MALTONI, E.C. Estudo de Compactação/eou adensamento em subsuperfície de Latossolos sob diferentes usos. Viçosa, UFV, 1994. 139 p. (Tese de Doutorado).

MITTERMEIER, R.A.; MYERS, N. ; GIL, P.R.; MITTERMEIER, C.G. Hots-pots- earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. México, CERMEX, 2000.

MORAES, A. Pastagens como fator de recuperação de áreas degradadas. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMA DE PASTAGENS, 2, 1993, Jaboticabal. Anais... Jaboticabal: UNESP, 1993. p.191-215.

NOVAIS, R. F., SHYTH, T. J. Fósforo em solo e em condições tropicais. Viçosa: UFV, DPS, 1999. 399p.

NOVAIS, R. F., FERREIRA, R. P. NEVES J.C.L., BARROS N.F. Absorção de fósforo e crescimento do milho com sistema radicular parcialmente exposto a fonte de fósforo. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.20 n. 7, p.749-754 1985.

OLIVEIRA, T.S. Efeitos dos ciclos de umedecimento e secagem sobre propriedade físicas e químicas de quatro Latossolos brasileiros. Viçosa, UFV, 1992. 104p. (Tese de Mestrado)

OLSZEWSKI, N. Morfologia de agregados de um Latossolo submetido a diferentes sistemas de manejo por meio da análise de imagens. Viçosa, UFV, 2000. 53p. (Tese de Mestrado).

PEREIRA, J.M.; BODDEY, R.M. & REZENDE, C. de P. Pastagens no ecossistema mata atlântica: pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSSISTEMAS BRASILEIROS: PESQUISAS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 1995 Piracicaba. Anais. Brasília: SBZ, 1995. p. 28 – 62.

PINTO, M.N. Cerrado. Brasília, UnB, 1993. 680p.

RAO, I.M., AYARZA M.A., GARCIA R. Adaptive attributes of tropical forage species to acids soils I. Differences in plant growth nutrient acquisition and nutrient utilization among C<sub>4</sub> grasses and C<sub>3</sub> legumes. *J. Plant Nutr.*, v.18 n.10 p. 2135-2155 1995.

REIS, M.G.F.; BARROS, N.F. Ciclagem de nutrientes em plantios de Eucalipto. In: BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. *Relação Solo-Eucalipto*. Viçosa, Editora Folha de Viçosa, 1990. 330p.

RESENDE, M.; SANS, L. M.; DURÃES F.O. M. Verânico e sua inter-relação com o sistema solo/planta/atmosfera nos Cerrados. In: ALVAREZ V., V.H.; FONTES, L.E.F.; & FONTES, M.P.F. Os solos nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o domínio sustentável. Viçosa, SBCS & UFV, 1995. p. et al. 1996a.

RESENDE, M.; KER, J.C.; BAHIA FILHO, A. F.C. Desenvolvimento sustentável do Cerrado. In: ALVAREZ V., V.H.; FONTES, L.E.F.; & FONTES, M.P.F. Os solos nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o domínio sustentável. Viçosa, SBCS & UFV, 1995. p. 125-135.

SHWERTMANN, U & KAMPF, N. Properties of goethite and hematite in kaolinitic soils southern and central Brasil. Soil Sci. 139:344-350, 1985.

VALLENTINE, J.F. Grazing management. Academic press, Inc. San Diego, Califórnia, 1990. 533p.

# PERSPECTIVAS DO USO E MANEJO DOS SOLOS NO CERRADO

Dimas Vital Siqueira Resck<sup>1</sup>

## RESUMO

Os Latossolos e as Areias Quartzosas do Cerrado correspondem a 8,33% de todos os Oxisols e Entisols que existem nos trópicos do planeta. Considerando a diversidade e a adversidade de climas que existem nessa parte do globo terrestre e a necessidade crescente de alimentos para uma população que já atingiu 166 milhões, no Brasil, e pouco mais de 6 bilhões, no mundo, o Cerrado torna-se uma área de importância estratégica para a intensificação das atividades agrossilvipastoris e produção de alimentos, fibras e energia. Apesar desse potencial, o Cerrado tem enfrentado problemas de degradação pela atividade antrópica. As altas taxas de desmatamento, nas últimas décadas, foram estimuladas pela grande quantidade de recursos fortemente subsidiados para correção química do solo, fornecidos, principalmente, pelos programas federais Polocentro e PoloBrasília. Além disso, o baixo preço das terras favoreceu a compra de grandes áreas, que foram ocupadas com manejo inadequado do solo e desconhecimento de um ecossistema tão complexo como o Cerrado, que trouxe graves problemas de degradação do solo e da água, principalmente.

A degradação dos ambientes naturais conduz à perda de grandes bancos de germoplasma e diversidade biológica, acelera as mudanças climáticas pelo aumento de gases de efeito estufa, na atmosfera, e altera os ciclos hidrológicos. Em escala local, a degradação dos recursos naturais causa a sedimentação e a contaminação dos cursos d'água, diminuição da produtividade agrossilvipastoril, baixo crescimento econômico e empobrecimento da população.

As grandes concentrações urbanas, fruto principalmente das migrações de outras regiões do País para o Cerrado, ainda intensas, têm causado inúmeros problemas como elevada produção de lixo, esgoto, erosão, emissão de CO<sub>2</sub> para a atmosfera e demanda por mais alimentos, fibra e energia, além de água de boa qualidade. Como consequência, o resultado é a queda acentuada da qualidade de vida.

---

<sup>1</sup> Eng. Agrônomo, Ph.D., pesquisador em Manejo e Conservação do Solo e da Água, Empresa Cerrados, Km 18 BR 020 Cx. Postal 08223 Planaltina-DF CEP 70.331-970 e-mail: dvsresck@cpac.embrapa.br

O conhecimento da oferta ambiental do Cerrado bem como a escolha adequada de determinados sistemas de manejo é de suma importância para atender à essa crescente demanda. Sob essa perspectiva esse artigo discute os problemas de manejo mais importantes encontrados na região do Cerrado bem como algumas propostas para resolvê-los.

## SUMMARY

The Latosols and the Quartz Sands of the Cerrado Region correspond to 8.33% of all the Oxisols and Entisols that exist in the tropics on the planet. Considering the diversity and the adversity of climates that exist in this part of the globe and the increasing food necessity for a population which has already reached 166 million, in Brazil, and a little more than 6 billion, in the world, the Cerrado region becomes an area of strategic importance for the intensification of agropastoral and forestry activities for the production of foods, fibers and energy. Despite this potential, the Cerrado region has faced problems of degradation because of the antropic activity. The high rates of deforestation, in the last decades, had been stimulated by the huge amount of funds strongly subsidized for soil chemical correction, supplied, mainly by two federal programs: Polocentro and PoloBrasília. Moreover, low price of lands favored purchase of large areas, which had been occupied with inadequate soil management systems and lack of knowledge about a highly complex ecosystem such as the Cerrado, resulting in serious problems especially of soil and water degradation. The degradation of the natural environments leads to the loss of great banks of germoplasma and biological diversity, hastening the climatic changes, increasing the effects of greenhouse gases, into the atmosphere, and in turn modifying the hydrological cycles.

At local levels, the degradation of the natural resources causes the sedimentation and the contamination of the water courses, reduction of the agropastoral and forestry productivity, low economic growth and impoverishment of the population. The large urban population growth rate, fruit mainly due to the migrations from other regions of the country to the Cerrado region, still intense, have caused innumerable problems as it raises urban waste production such as sewage sludge, erosion, emission of CO<sub>2</sub> to the atmosphere and demand for more foods, fiber and energy, besides good quality water. Hence, the result is the degrading quality of life.

Knowing the Cerrado environment as well as choosing adequate soil management systems is very important to fulfil that demand. Under that

perspective this paper discuss the most important management problems found in the Cerrado region as well some proposals to resolve them.

## INTRODUÇÃO

O mundo está cada vez mais populoso. Hoje somos mais de 6 bilhões de pessoas, sendo que, no País, a população atingiu 166 milhões de habitantes segundo o último censo parcial do IBGE. Cresce com isso a necessidade de maior produção e distribuição de alimentos. Também aumenta o consumo de água. Nas próximas duas décadas, haverá um aumento de 40% no consumo de água, o que exigirá um aumento de 17% na captação de recursos hídricos. Hoje 1 bilhão de pessoas não tem acesso à água e 2 bilhões de pessoas não têm saneamento básico (AFAM TEC, 2000). Segundo a New Economic Foundation e o Centro Mundial de Monitoramento e Conservação (WCMC), ambos da Inglaterra, em sua versão 1999, apontou que os sistemas aquáticos estão sendo destruídos a uma velocidade maior do que os terrestres, comprometendo a qualidade da água e os estoques de peixes. Segundo o relatório, a qualidade dos ecossistemas de água doce caiu 45% desde 1970, sendo que os marinhos tiveram perda de 35%. Esses dados tornam-se mais preocupantes quando se percebe que o processo de urbanização está cada mais intenso. No período de 1980 a 1990, segundo Resck (1996), o fluxo migratório para as cidades da região Centro-Oeste foi de 2.534.000 pessoas, sendo que 74% delas vieram de outras regiões do País, principalmente, da região Sul. Apenas 26% do fluxo de pessoas para as cidades veio da zona rural. Hoje, a julgar pelo inchaço das grandes cidades como Brasília e Goiânia, por exemplo, essa proporção está muito mais desequilibrada a favor dos fluxos migratórios de outras regiões do País, de pessoas em busca de novas oportunidades.

Do total de água no mundo, 97% constitui-se de água salgada: são os oceanos e apenas 3% de água doce. Deste, 3%, apenas 1% da água doce está acessível na superfície. Dos 3% de água doce, 52% está nos lagos, 38% no solo, 8% na atmosfera, 1% nos organismos vivos e 1% nos rios. Deste 1% de água doce na superfície, 20% corre em território brasileiro (Embrapa, 1994). As bacias hidrográficas mais importantes do País cortam, em média, a região do Cerrado em cerca de 19% de sua área total: Tocantins-Araguaia, Amazônica, Paraná, Paraguai, São Francisco. Essa última recebe 100% de seus afluentes no Cerrado em apenas dois Estados – Minas Gerais (75%) e Bahia, no Oeste Baiano (25%).

Segundo dados do IBGE (1997) cinco Estados: Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás e Distrito Federal, representam 66,3% do Cerrado e 15,9% do território brasileiro. Esses estados contribuem significativamente para a produção nacional de grãos e de carne bovina, sendo: soja, 52%, arroz, 34%, milho, 26%, café, 21% e 41% do total de rebanho bovino do País.

Comparando-se as áreas plantadas das culturas de soja, milho, arroz e feijão e suas respectivas produtividades no Cerrado com os totais das áreas e produtividades no Brasil, observa-se que para um período de 21 anos, de 1975 a 1996, a área de soja de 235.736 ha (4% do total) passou para 10.115.570 ha (43% do total), um aumento de 4.191%. A produtividade da soja também aumentou 50%, de 1.463 kg/ha para 2.198 kg/ha. Sua contribuição na produção nacional foi de 3% em 1975 para 43% em 1996, um aumento fenomenal de 3.161 %. Hoje, segundo dados extra-oficiais, corresponde a 52% da produção de soja nacional.

A área cultivada com milho passou de 1.527.111 ha (14% do total) em 1975 para 3.296.787 ha (25% da área de terra total cultivada) em 1996, um aumento de 116% em área cultivada com milho no Cerrado. A produtividade de milho foi de 1.542 kg/ha em 1975 e aumentou para 3.388 kg/ha em 1996, isto é, um crescimento de 120%. A contribuição para a produção nacional total de grãos de milho foi de 16% em 1975 (2.625.513 t) e aumentou para 32% em 1996 (10.329.911 t), isto é, um aumento de 293%. Hoje essa participação está em torno de 26%, segundo dados extra-oficiais.

A área cultivada com arroz em 1975 foi de 1.923.808 ha (36% da área total). Essa decresceu para 995.544 ha (25% da área cultivada total) em 1996, 52% de decréscimo na área cultivada com arroz. Entretanto, a produtividade de arroz aumentou 68% (1.092 kg/ha para 1.832 kg/ha) durante o mesmo período. Conseqüentemente, a contribuição dessa cultura para a produção nacional de grãos caiu de 24% (1.883.888 t) em 1975 para 18% (1.778.350 t) em 1996, um decréscimo de 36%. Segundo dados extra-oficiais, essa participação está hoje em 34% da produção nacional.

A área cultivada com feijão aumentou de 513.760 ha (12% da terra total) em 1975 para 607.861 ha (22% da área total) em 1996, com um aumento de aproximadamente 18% em 21 anos. A produtividade de 551 kg/ha em 1975 passou para 1.038 kg/ha (88%), considerando-se o feijão irrigado. A produção total de grãos em 1975 correspondeu a 253.812 t (11% da produção nacional) e aumentou para 498.205 t em 1996 (18% da produção nacional), representando um aumento de 96%.



O rebanho bovino constituía-se, em 1975, de 28.065.587 cabeças (28% do País). Esse aumentou para 52.166.232 cabeças (34% do País), em 1993, um aumento de 86% (Resck et al., 2000), tendo aumentado essa participação, atualmente, para 41%, segundo dados extra-oficiais. Embora a média das culturas citadas no Cerrado, 2.114 kg/ha, seja 10% maior do que a média do Brasil, 1.924 kg/ha, trata-se de uma média de produtividade ainda baixa. Os conhecimentos e as tecnologias de que se dispõe hoje, seriam suficientes para, pelo menos, aumentar em 50% a média de produtividade dessas culturas no Cerrado e também no País. A razão por que isso não ocorre, advém de vários fatores que serão discutidos nesse artigo.

## A OFERTA AMBIENTAL

O Cerrado possui 204 milhões de hectares de terra, dos quais, aproximadamente, 125 milhões de hectares são apropriados para atividades agrícolas, levando-se em conta apenas os Latossolos que ocupam 46% de toda a região e os 15,2%, ocupados pelas Areias Quartzosas (Figura 1). Como o Código Florestal em vigor (Lei 4.771 de 1995 já modificada por lei, decretos e medidas provisórias e, atualmente, em processo de revisão pelo Congresso Nacional),

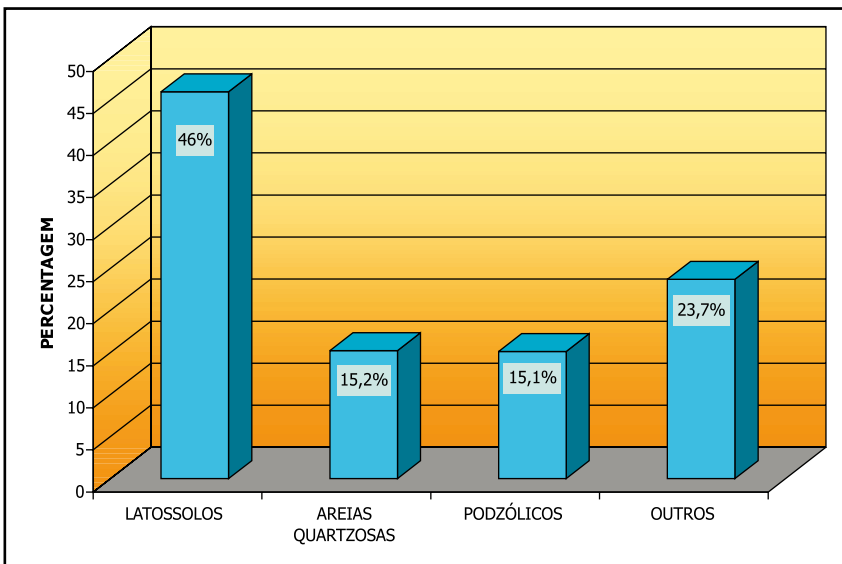


Figura 1 - Distribuição percentual dos solos no Cerrado. (Adaptado de Adámoli et al., 1986).

estabelece que 20% de cada propriedade seja preservada, cerca de 100 milhões de hectares estão disponíveis para o cultivo. Destes, estima-se que: 12 milhões estão ocupados com culturas anuais, 40 milhões com pastagens cultivadas e 2 milhões com culturas perenes. Potencialmente cultiváveis restam, portanto, aproximadamente, 46 milhões de hectares. Dos outros 79 milhões de hectares da região, cerca de 21 milhões são pastagens nativas (27%), e 2,4 milhões (3%), constituem as reservas legais (Resck et al., 2000).

Em relação à altitude, a maioria dos solos no Cerrado (73%), encontra-se entre a faixa de 300 a 900 m, 22% a menos de 300 m e apenas 5% acima de 900 m (Adámoli et al., 1986), sendo que a topossequência desses solos, em geral, caracteriza-se pela existência de peneplanos (chapadas) no seu ponto mais alto, seguidos por escarpas íngremes, formando de 100 a 200 m abaixo outro plano com relevo suave a suave ondulado, com declividades variando de 3% a 8%.

São solos pobres química e mineralogicamente, deficientes em bases e com saturação de alumínio considerada de alta a muita alta (Figura 2). A pobreza em cálcio e a alta saturação de alumínio nas camadas mais profundas do perfil têm como consequência um baixo crescimento das raízes em profundidade, diminuindo o volume de exploração no solo das raízes das plantas em busca de água e nutrientes. Isso é de suma importância no Cerrado por algumas razões relativas às propriedades físicas desses solos e por razões climáticas que serão expostas a seguir.

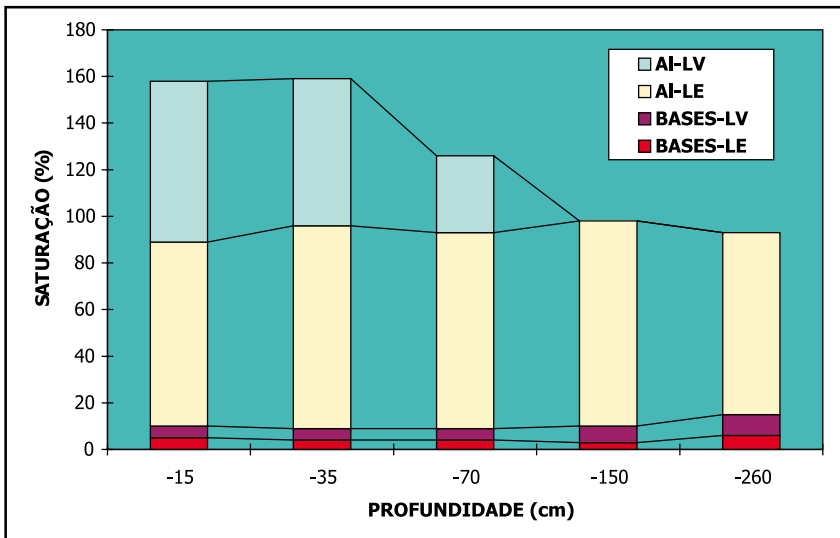


Figura 2 - Saturação por bases e de alumínio em Latossolos no Cerrado. (Adaptado de Resck, 1997).

Os Latossolos têm baixa capacidade de armazenamento de água no solo entre as tensões de 6 kPa - considerada a tensão em que o solo está na sua capacidade de campo -, e 100 kPa, considerada a tensão mínima até onde as plantas são capazes de absorver água do solo, sem gasto demasiado de energia (Silva & Resck, 1981). A capacidade de retenção de água desses solos em tensões baixas é relativamente alta, caindo exponencialmente com o aumento da tensão de água no solo (Figura 3).

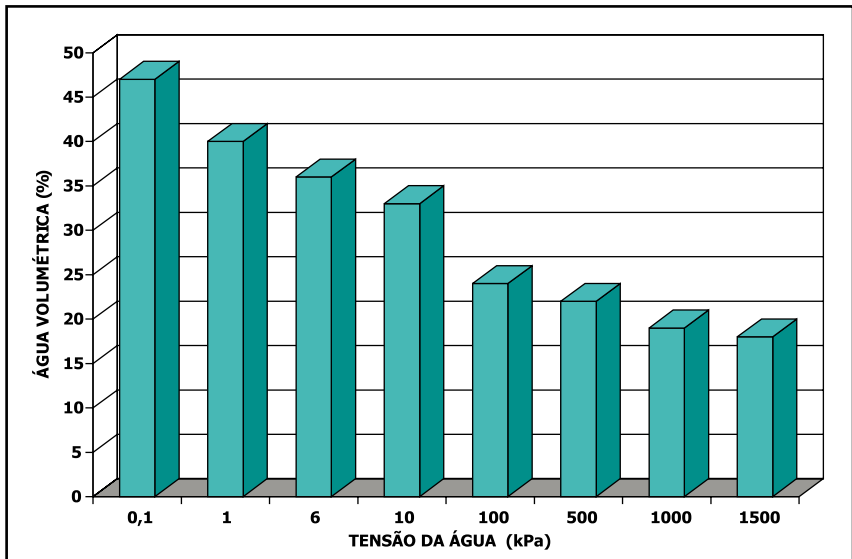


Figura 3 - Curva de retenção de água de um Latossolo Vermelho-Escuro argiloso. (Adaptado de Resck, 1999, d.n.p.).

Para esses solos e para as Areias Quartzosas, considera-se a tensão de 6 kPa na curva de retenção, como aquela que divide os macroporos, poros com diâmetro > 48  $\mu\text{m}$  dos microporos que são poros com diâmetro < 48  $\mu\text{m}$ . Ambos os tipos de poros situam-se dentro dos agregados que formam a estrutura do solo (Figura 4).

Existe uma relação entre tensão de água no solo e o tamanho de poros. Ao se manejar uma camada arável de 40 cm de espessura, com a aplicação de corretivos e de fertilizantes e incorporação de resíduos de cultura, o mais profundamente possível, permite-se a decomposição dessa matéria orgânica. Como subprodutos dessa decomposição, haverá a criação de cargas (> CTC) e de produtos ligantes, proporcionando a formação de novos agregados, com tamanhos diferenciados e um rearranjo da estrutura e por conseguinte maior quantidade e distribuição de diversos tamanhos de poros dentro da faixa de microporosidade do solo. É nesse local

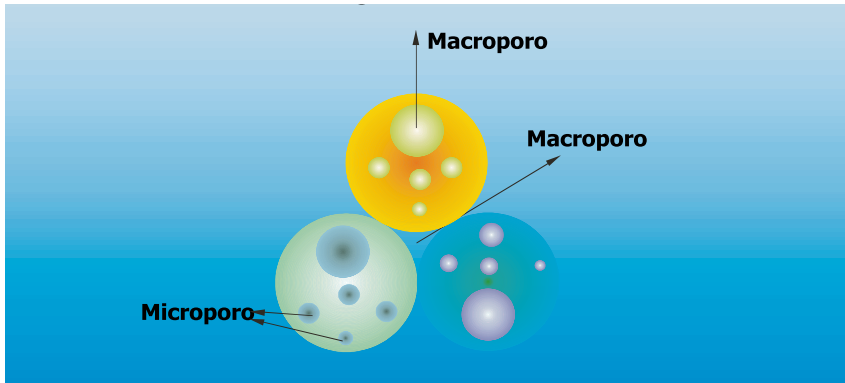


Figura 4 - Demonstração esquemática da estrutura granular de um Latossolo com os macroporos e microporos. (Adaptado de Resck, 1993).

que a água é armazenada e fica disponível para as plantas (Figura 5). A água que percola no perfil através dos macroporos irá abastecer os lençóis freáticos.

Torna-se necessário esse manejo em profundidade no solo porque naturalmente os Latossolos e as Areias Quartzosas têm baixa capacidade de armazenamento de água, sendo que as Areias retêm muito menos (Figura 6).

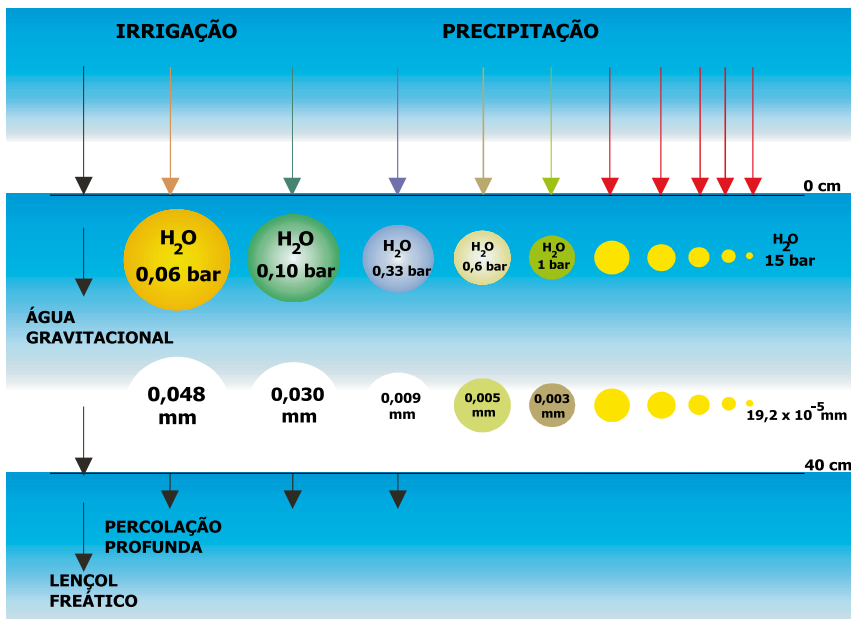


Figura 5 - Demonstração esquemática da distribuição dos tamanhos de poros do solo numa camada arável (0 a 40 cm). (Adaptado de Resck, 1993).

Não se corrigindo quimicamente o solo até 40 cm, as plantas ficarão muito expostas às ocorrências climáticas, principalmente aos veranicos, tão comuns nos meses de janeiro e fevereiro, podendo durar mais de 25 dias. Observa-se que em 40 cm de perfil de solo as Areias Quartzosas armazenaram apenas uma lâmina de água de 16 mm contra 36 mm dos Latossolos. Isso implica a menor resistência das plantas cultivadas nesse solo.

Outro ponto importante a ser considerado, no Cerrado, é a distribuição da precipitação durante o ano (Figura 7). O período chuvoso inicia-se em outubro e estende-se até o mês de abril, ocorrendo ainda períodos sem chuva nos meses de janeiro e fevereiro (veranicos), como já foi comentado. São

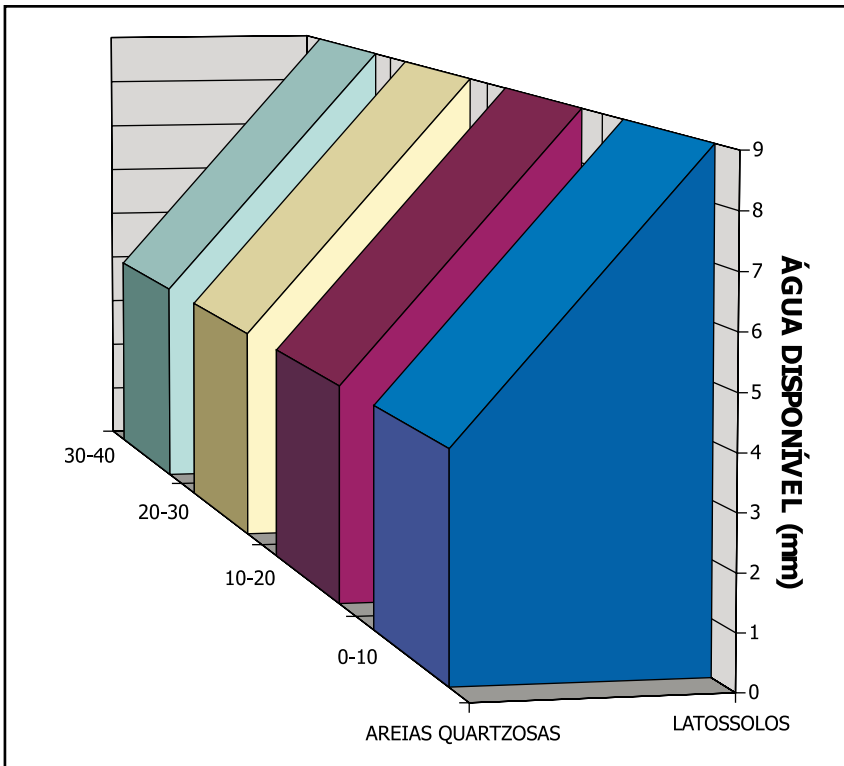


Figura 6 - Capacidade de armazenamento de água disponível em Latossolos e Areias Quartzosas, considerando-se a camada arável de 0 a 40 cm. (Adaptado de Resck, 1997).

1.500 mm de precipitação, em média, na zona nuclear do Cerrado, sofrendo variações à medida que se vai em direção Norte (2.000 mm) ou Nordeste (1.200 mm), com variações na duração dos períodos de seca, que duram de

de 4 a 7 meses. A temperatura média anual é de 22° C no sul e 27° C no norte (Adámoli et al., 1986).

Devido a essa característica bimodal do clima é necessário que medidas sejam tomadas para fazer infiltrar e, se possível, armazenar o máximo possível dessa água no solo. Além do manejo, práticas de conservação do solo e da água deverão ser aplicadas como, por exemplo, o terraceamento. Como os Latossolos e as Areias Quartzosas ocupam na paisagem declividades de 0% a 8%, os terraços deverão ser de base larga e sempre locados em nível.

Não há razão para que isso não seja feito, mesmo que seja prevista a implantação do sistema de plantio direto. Esse sistema é o que melhor protege o solo contra os impactos das gotas de chuva que causam a erosão e as perdas de solo, sendo superado somente pela pastagem. Entretanto, as perdas de água são consideráveis (Figura 8). Considerando-se uma evaporação no

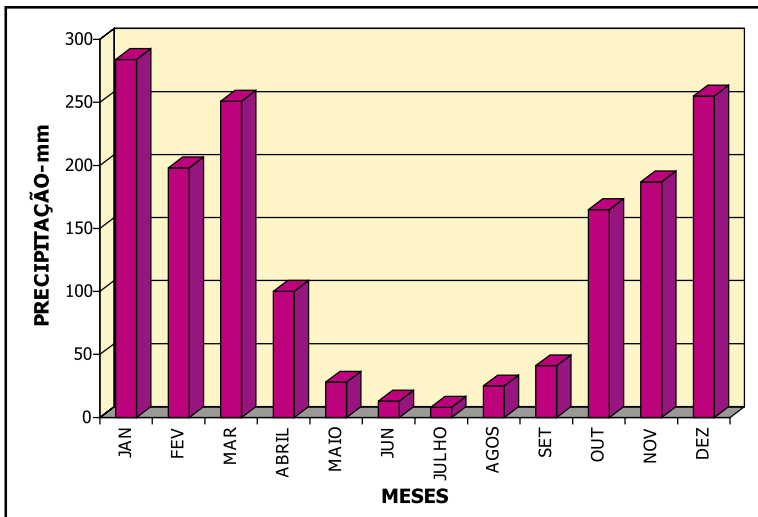


Figura 7 - Distribuição da precipitação pluviométrica no Cerrado - média do período 1973-1986. (Adaptado de Embrapa, 1987).

período considerado desse estudo de 608 mm (tanque de classe A), as perdas de água sob plantio direto de soja, cultura que proporciona boa cobertura, seria de 826 m<sup>3</sup> para cada hectare, ou seja, daria para abastecer uma cidade com uma população de 16.520 habitantes com um consumo de 50 m<sup>3</sup> de água por ano por habitante. Levando-se em conta que hoje, no Cerrado, estima-se que mais de 3 milhões de hectares são cultivados sob esse sistema, essas perdas de água tornam-se bastante significativas.

Se por um lado há água em abundância nos meses de outubro a abril, no período que vai de abril a setembro, nessa região, não há praticamente precipitação e, portanto, umidade no solo suficiente para o estabelecimento de culturas de safrinha para produção de grãos - como ocorre no Estado do Paraná, por exemplo -, ou mesmo para produção de palha para a formação de cobertura morta.

Em experimento conduzido na Embrapa Cerrados, em Brasília, cuja média anual de precipitação é de 1.500 mm, foram testados vários tipos de estratégias e materiais para o estabelecimento de safrinhas após a cultura da soja. Testou-se, em seqüência à cultura da soja o sorgo (SORGBR304SE e SORGBR303SE), o nabo forrageiro (NABSE), a aveia preta (AVEIASE) e o

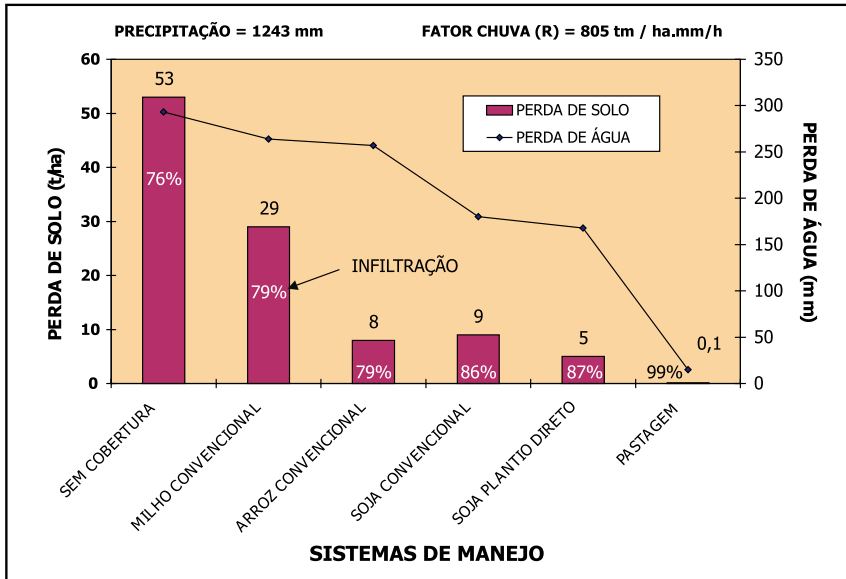


Figura 8 - Perdas de solo e água sob diferentes culturas no Cerrado. (Adaptado de Dedecek et al., 1986).

milheto (MILHESE); testou-se também o estilosantes cultivar Mineirão em consórcio com a soja (ESTICS), o milheto em pré-plantio (MILHEPP) e, como testemunha, o plantio convencional considerando nesse caso toda a biomassa da cultura principal e das ervas desenvolvidas no local (Pconv.) (Figura 9).

Observa-se que a média da produção de matéria seca de soja para todos os tratamentos foi de  $1.818 \pm 292$  kg/ha (c.v.=16%) enquanto a média da matéria seca produzida pelas culturas de safrinha nas diversas estratégias de plantio, foi de 3.091

$\pm 423$  kg/ha (c.v.=14%), incluindo-se o plantio convencional. Isso é, com essa distribuição de precipitação, pouca matéria seca é produzida, além de ser rapidamente decomposta, fazendo com que o sistema de plantio direto não expresse totalmente suas vantagens no Cerrado, como ocorre no sul do País, onde a distribuição de chuvas é bastante homogênea durante todos os meses do ano.

O sucesso do sistema plantio direto, inclusive em sistemas integrados de lavoura e pecuária, dependem, ainda, de estudos sobre variedades precoces e produtivas de milho e soja, principalmente, ou de espécies de cobertura (milheto, forrageiras e leguminosas), que dêem boa massa e produção com baixa oferta hídrica. Devido à má distribuição de chuvas durante o ano, torna-se difícil, após a colheita da cultura principal, o estabelecimento de safrinhas para produção de grãos, e até mesmo, para produção de palha.

## O MANEJO DO SOLO VIA MATÉRIA ORGÂNICA

Não existe um só sistema de manejo que possa superar as restrições ambientais de solo e clima, impostas pelo ecossistema, mas sim um conjunto de sistemas de manejo. Para contornar essas restrições, deveria ser praticado o que Resck (1996) chamou de “paradoxo tropical”. Inicialmente, o solo tem de ser

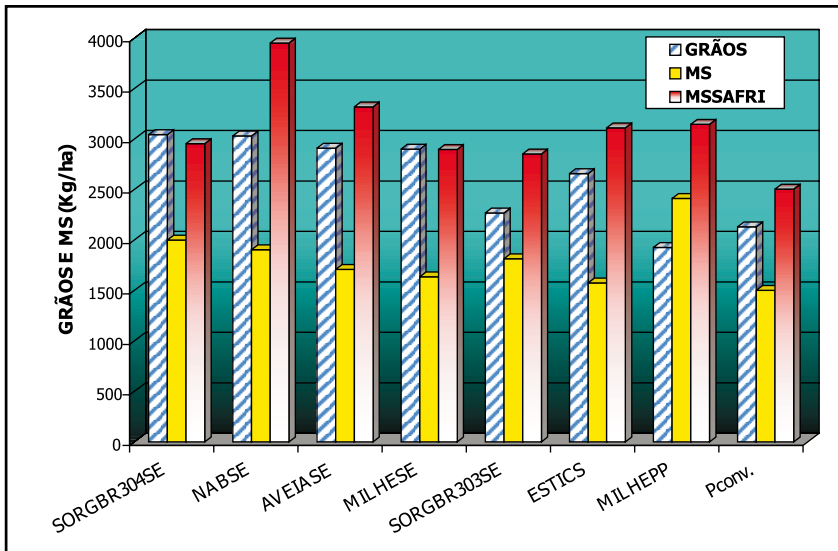


Figura 9 - Produção de grãos e matéria seca de soja FT Estrela e matéria seca de diversas culturas utilizadas para safrinha nos anos agrícolas 1994/1995, 1995/1996, 1996/1997. (Adaptado de Silva & Resck, 1998).



revolvido, o mais profundamente possível, para ser corrigido quimicamente e ativar a matéria orgânica (MO) que, embora apresente teores de médios a altos nos latossolos, é de baixa atividade. Somente 17% dos solos da região têm menos do que  $0,87 \text{ dg kg}^{-1}$  (decagrama por quilo) de carbono orgânico, e desses, a maioria corresponde às Areias Quartzosas (Lopes & Cox, 1977). A MO ativada cria mais sítios de cargas (CTC), melhorando a agregação do solo e, portanto, estaria sendo feita a correção física do solo, isto é, aumentando sua capacidade de armazenamento de água em profundidade no perfil.

Para que isso ocorra, deve-se aplicar um manejo que contenha quatro fatores harmonicamente aplicados no solo: 1) a calagem para a correção da acidez e neutralização da toxidez do Al superficial e a gessagem para neutralizar o Al subsuperficial; 2) a adubação corretiva (P e K) e de manutenção (N, P, K e micronutrientes); 3) a rotação de culturas, incluindo perenes (pastagens, frutíferas, café, etc.) e sistemas agroflorestais e 4) a dinâmica de sistemas de preparo, culminando com o plantio direto (Resck, 1998).

Na pastagem, uma das culturas mais importantes de um sistema de rotação, a despeito de possuir uma alta taxa de respiração, formam-se rapidamente (um a dois anos) reservatórios de proteção física do carbono (agregados), acumulando carbono orgânico no perfil. Isso se deve ao seu sistema volumoso e profundo de raízes.

O plantio direto também acumula carbono no perfil, principalmente nas camadas superficiais, mas não é, propriamente, um sistema de formação de agregados e, portanto, é considerado somente como mantenedor da estrutura (Figura 10). Nessa Figura, observa-se que numa área trabalhada sob pivot com grade pesada durante 10 anos e deixada em pousio com cobertura de *Brachiaria decumbens* (pastagem após grade pesada), essa conseguiu recuperar a estrutura do solo em apenas dois anos.

O plantio direto entra na etapa final de uma dinâmica de sistemas de preparo do solo que deve ser seguida a partir de uma área virgem ou degradada. Dinâmica no sentido em que cada implemento como, arado de discos, arado de aivecas e escarificador tem sua própria época de operação e certas características funcionais para atingir determinados objetivos na correção, química e/ou física do solo (Resck & Silva, 1995; Resck et al., 1995). O arado de discos mistura o solo mais os corretivos e fertilizantes, e, portanto, faz uma adequada correção química do solo. O arado de aivecas tomba a leiva mais resíduos de cultura num ângulo maior do que  $120^\circ$ , deixando os restos culturais oblíquos em relação à superfície do solo, facilitando o ataque dos microorganismos no processo de decomposição. Com isso, permite a incorporação de carbono orgânico em profundidade o que proporciona, após sua decomposição, a correção física do solo, isto é, a

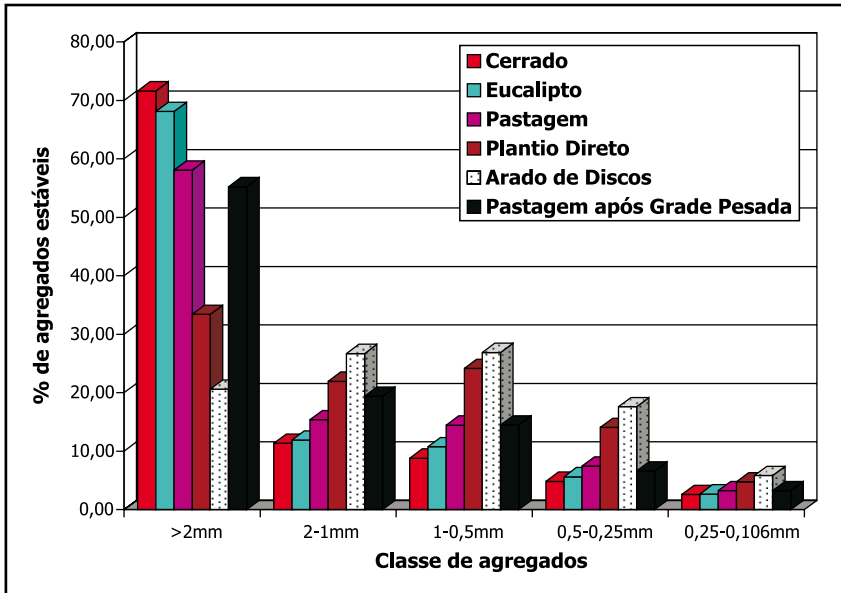


Figura 10 - Distribuição dos agregados estáveis em água (amostras de solo passadas em peneira de 8 mm e retidas em peneira de 2 mm) em diferentes sistemas de manejo do solo numa camada de 0 a 40 cm. (Adaptado de Guedes et al., 1996).

formação de agregados e a melhoria da estrutura do solo. O escarificador, como o próprio nome diz, apenas escarifica a camada arável do solo, indo facilmente até a 40 cm de profundidade. Com esse implemento faz-se apenas o preparo mínimo do solo. E por fim, o plantio direto, que é um sistema não perturbador do solo, pois não o revolve e, portanto, permite que os reservatórios físicos de proteção da matéria orgânica sejam mantidos, aumentando o teor de matéria orgânica, principalmente na camada superficial, de 0 a 5 cm. A pastagem consegue formar e preservar esses reservatórios físicos de proteção da matéria orgânica em profundidade no perfil (Figura 11).

O arado de discos trabalha em torno de um eixo longitudinal em relação à profundidade, confirmando sua ação misturadora e homogeneizadora no perfil. Observe que no tratamento pastagem após a grade pesada a curva de agregados tende a crescer com a profundidade já demonstrando o efeito restaurador da pastagem.

Para os solos do Cerrado, o objetivo é estabelecer um manejo que conserve o carbono orgânico, retirando o  $\text{CO}_2$  da atmosfera através da atividade fotossintética, aumentando a produtividade de biomassa, grãos, frutos, fibras, madeira, energia e carne. O uso apropriado e o manejo criterioso do

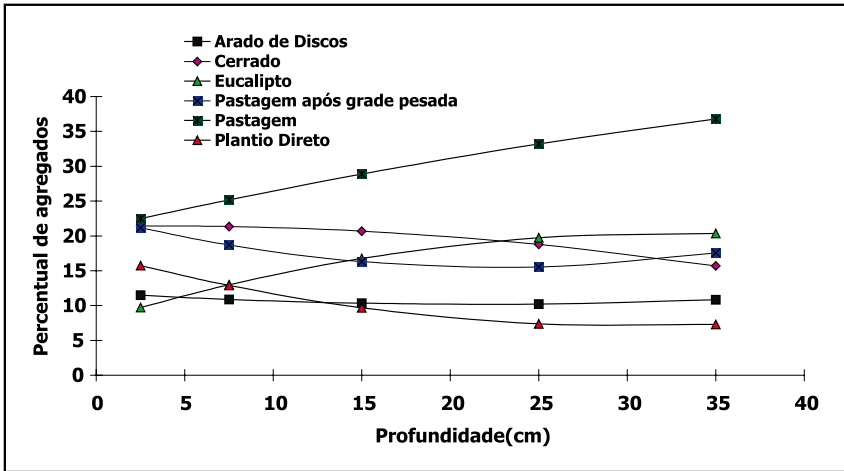


Figura 11 - Distribuição de agregados > 2 mm estáveis em água (amostras de solo passadas em peneira de 8 mm) em diferentes sistemas de manejo na profundidade de 0 a 40 cm. (Adaptado de Guedes et al., 1996).

sistema solo-nutrientes-água-planta podem aumentar o potencial de seqüestro de  $\text{CO}_2$ , revertendo as tendências históricas de perdas pelo uso das terras agrícolas. Devem ser estimulados sistemas integrados de lavoura e pecuária e o plantio direto que são sistemas com alta capacidade de armazenamento de carbono e, portanto, de seqüestro de  $\text{CO}_2$ .

Vários trabalhos nos trópicos têm mostrado alta correlação entre carbono orgânico do solo e agregação e, por conseguinte, a distribuição de macroporos e microporos – estes de especial importância por reterem a água do solo –, dentro dos agregados. A dinâmica de sistemas de preparo do solo e de rotação de culturas tem, pois o objetivo de aumentar o volume e a distribuição de poros do solo com tamanhos diferenciados (fator tortuosidade), incrementando significativamente sua capacidade de armazenamento de água, não somente para objetivos tipicamente agrícolas, mas como projeção de maior fornecimento de água com qualidade e abundância para as populações urbanas.

## PERSPECTIVAS FUTURAS

A solução para o uso e manejo dos solos no Cerrado passa necessariamente pelo reordenamento da atividade agrícola na zona rural. Em primeiro lugar, é primordial verticalizar a produção sem a abertura de novas áreas. Deve-se estimular o aumento do consumo de composto de lixo (Resck, 1996), lodo de esgoto (Silva

et al., 1997), e adubação verde (Pereira et al., 1992; Carvalho et al., 2000), como meios para uma agricultura sustentável, lembrando-se que, somente a adubação orgânica não pode suprir as deficiências de nutrientes essenciais dos solos tropicais em quantidades suficientes, tornando-se, na maioria das vezes, necessária o uso de fertilizantes. O planejamento deverá ser feito tomando-se como unidade básica às bacias hidrográficas (Resck, 1992), mantendo-se as áreas de preservação e as reservas legais, conservando as Matas de Galeria (Resck & Silva, 1998) e as Ciliares, propiciando a perenização dos rios, ribeirões e córregos, aumentando o volume e a qualidade da água. A promoção e a ascensão socioeconômica da população que vive na zona rural deve ser estimulada por meio do cooperativismo ou pelo associativismo, buscando a melhoria em transportes, armazenamentos e comercialização de produtos com valor agregado e com a instalação de agroindústrias.

Como visão futura, entender os mecanismos e processos que ocorrem no ecossistema Cerrado, integrar e sintetizar os conhecimentos desses processos e mecanismos, são linhas que nortearão as pesquisas em manejo do solo. Estas deverão concentrar-se no papel que os organismos do solo exercem nos reservatórios de carbono e sua dinâmica, associando-o às modificações físicas, químicas, físico-químicas e microbiológicas pelo uso e manejo, e como isso afeta a disponibilidade de água para seus múltiplos usos e o fornecimento de nutrientes para as plantas, na busca do aumento sustentável da produtividade e do convívio harmônico do homem com a natureza.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

1) Embora existam milhões de hectares potencialmente agricultáveis, a ênfase deve ser no sentido de otimizar a produção daquelas áreas em processo de exploração.

2) As imposições climáticas (período seco prolongado e veranico na estação chuvosa) e as de solo (solos ácidos, pobres em nutrientes e com baixa capacidade de armazenamento de água) têm de ser respeitadas ao se optar por determinado sistema de manejo.

3) Sistemas conservadores de carbono no solo como o plantio direto, a pastagem e áreas florestadas ou reflorestadas devem fazer parte de um programa que busque o aumento da produção de grãos, carne, madeira, fibra e energia e da qualidade ambiental. Entretanto, a utilização imediata e generalizada desses sistemas de manejo conservadores de carbono, em áreas degradadas ou virgens, seria, no mínimo, de alto risco, devido às imposições climáticas.

4) Outros sistemas de manejo que incluem os arados de discos e aivecas e escarificadores, colocados de forma harmônica, têm papel importante no condicionamento físico, químico, físico-químico e biológico do solo, como mitigadores das restrições ambientais do ecossistema Cerrado.

5) O planejamento agrossilvipastoril deverá ser em nível de bacias hidrográficas de maneira a recuperar e conservar os recursos hídricos do Cerrado.

6) A utilização de resíduos urbanos em áreas degradadas (como condicionadores), de culturas anuais e perenes deve ser estimulada.

## LITERATURA CONSULTADA

ADÁMOLI, J., J. MACEDO, L. G. AZEVEDO, and J. M. NETTO. Caracterização da região dos Cerrados. In: GOEDERT, W. J., ed. Solos dos Cerrados: tecnologias e estratégias de manejo. Planaltina: EMBRAPA-CPAC/São Paulo: Nobel, 1986. pp.33-74.

AFAM TEC . A vida e morte de uma lei. AFAM TEC NEWS, v. 1, n. 4, abr. 2000.

CARVALHO, A.M. de; BURLE, M. L.; PEREIRA, J.; SILVA, M. A. da. Manejo de adubos verdes no cerrado. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 2000. 28 p. (EMBRAPA-CPAC. Circular Técnica, 4).

DEDECEK, R.A., D. V. S. RESCK, and E. de FREITAS JUNIOR. Perdas de solo, água e nutrientes por erosão em Latossolo Vermelho-Escuro dos Cerrados em diferentes cultivos sob chuva natural. R. bras. Ci. Solo 10:265-272, 1986.

EMBRAPA. Relatório técnico anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados 1982-1985. Planaltina, DF, Embrapa-CPAC, 1987. 532p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Atlas do meio ambiente do Brasil. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 130p.

GUEDES, H.M., D.V.S. RESCK, I. da S. PEREIRA, J. E. da SILVA, and L. H. R. CASTRO. Characterization of aggregates size distribution of different soil management systems and its organic carbon content in a dark-red latosol in the Cerrados region, Brazil. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TROPICAL SAVANNAS: Biodiversity and sustainable production of food and fibers in the Tropical Savannas, 1., 1996. Brasília. Proceedings...Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1996. pp.329-333.

IBGE. Anuário Estatístico do Brasil – 1997. Rio de Janeiro, IBGE, V. 57, 1997. 715p.

LOPES, A. S., and F. R. COX. A survey of the fertility status of surface soil under 'Cerrado' vegetation in Brazil. Soil Science Society of American Journal, Madison, V. 41, pp.742-747, 1977.

PEREIRA, J.; BURLE, M.L.; RESCK, D.V.S. Adubos verdes e sua utilização no Cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO NO CERRADO. 1990. Goiânia. Anais...Goiânia: Fundação Cargill, 1992. pp. 140-154.

RESCK, D.V.S. Manejo e conservação do solo em microbacias hidrográficas na região dos Cerrados. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1992. 17p. (EMBRAPA-CPAC. Documentos, 40).

RESCK, D.V.S.; SILVA, J.E. da. Efeito de diferentes sistemas de preparo do solo no teor e na meia-vida da matéria orgânica de um Latossolo argiloso na região dos Cerrados. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 25. 1995. Viçosa. Anais... Viçosa:SBSCS, 1995. Vol. 4:1837-1839.

RESCK, D.V.S.; FERREIRA, C. de A.; GOMES, A.C.; SILVA, J.E. da. Efeito do plantio direto e do arado de discos nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho-Escuro argiloso sob vegetação de Cerrados. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 25. 1995. Viçosa. Anais...Viçosa:SBSCS, 1995. Vol. 4:1840-1842.

RESCK, D.V.S. Manejo de solos e sustentabilidade dos sistemas agrossilvipastoris na região dos Cerrados. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 8., 1996, Brasília. Anais do 8º: Simpósio sobre o Cerrado: biodiversidade e produção sustentável de alimentos e fibras nos Cerrados e Proceedings of 1st International Symposium on Tropical Savannas...Planaltina:EMBRAPA-CPAC, 1996. p. 81-89.

RESCK, D.V.S. O plantio direto como alternativa de sistema de manejo e conservação do solo e da água na região dos Cerrados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26, 1997, Rio de Janeiro. Anais...Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, CBCS, 1997. (CD-ROM).

RESCK, D.V.S. Agricultural intensification systems and their impact on soil and water quality in the Cerrados of Brazil. In: LaL, R., ed. Soil quality and agricultural sustainability. Chelsea: Ann Arbor Press, 1998. p. 288-300.

RESCK, D. V. S; SILVA, J. E. da. Importância das matas de galeria no ciclo hidrológico de uma bacia hidrográfica. In: RIBEIRO, J. F. ed. CERRADO: matas de galeria. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. p. 29-49

RESCK, D.V.S.; VASCONCELLOS, C.A.; VILELA, L.; MACEDO, M.C.M. Impact of conversion of Brazilian Cerrados to cropland and pastureland on soil carbon pool and dynamics. In: LAL, R., Kimble, J. M. and Stewart B. A. (eds). Global climate change and tropical ecosystems. Boca Raton, CRC/Lewis Publishers, 2000. p.169-196.

SILVA, J.E.;RESCK, D.V.S. Respostas fisiológicas da soja ao déficit hídrico em dois solos de Cerrado. Pesq. Agropec. Bras., 16(5):669-675, 1981.

SILVA, J.E., J. LEMAINSKI, and D. V. S. RESCK. Perdas de MO e suas relações

com a capacidade de troca catiônica em solos da região de Cerrados do Oeste Baiano. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v. 18, n. 3, pp. 541-547, 1994.

SILVA, J.E. da; RESCK, D.V.S. Plantio Direto no Cerrado. In: Congresso Brasileiro de Plantio Direto para uma Agricultura Sustentável, 1. 1996. Ponta Grossa. Anais... Ponta Grossa: IAPAR, PRP/PG, 1997. p.158-184.

SILVA, J.E. da.; RESCK, D.V.S.; SHARMA, R.D.; FEITOZA, L. Utilização do lodo de esgoto como fonte de P e N para milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26, 1997, Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, CBCS, 1997. (CD-ROM).





# POLUIÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA

Jorge Antônio Gonzaga Santos<sup>1</sup>

Poluição é a introdução no meio ambiente, de resíduos sólidos, semi-sólidos, líquidos e gasosos, pelo homem, em quantidade superior à capacidade de absorção do meio, podendo ser causada pela liberação de matéria e energia no ambiente. As diferentes formas de poluição ambiental afetam a composição e equilíbrio da atmosfera, da água e do solo; interferem na cadeia alimentar, na produtividade e sustentabilidade dos ecossistemas agrícolas; alteram os mecanismos naturais de proteção do planeta; prejudicam as espécies animais e vegetais existentes podendo ameaçar sua reprodução.

A poluição é parte inevitável da atividade humana, sendo o seu grau, em grande parte, determinado pela população, poder aquisitivo e nível tecnológico. O número de indivíduos de uma sociedade determina as necessidades do homem por alimento, espaço para residir, bens de consumo, produção e disposição de resíduos, enquanto o poder aquisitivo da população determina a quantidade de recursos naturais a ser explorado. Por sua vez, o nível tecnológico determina o requerimento por energia e os danos causados ao meio ambiente para sua geração.

Eventos de poluição ambiental têm aumentado em quantidade e gravidade desde a revolução industrial. O descarte continuado e indiscriminado de contaminantes, em quantidades que ultrapassam a capacidade de processamento do meio ambiente, compromete as funções do solo como habitat para diversos organismos, armazenador de água e regulador do regime hídrico e filtro químico e biológico, refletindo-se negativamente na produção de alimentos e fibras. Nos casos de poluição, podem ser caracterizados o poluente, a fonte da poluição (atividades agrícolas, industriais, urbanas e outras), o meio de transporte (ar, água e solo) e o destino do poluente (os organismos, os ecossistema e as estruturas).

O uso e desenvolvimento de tecnologias que gerem menor volume de resíduos associado a um bom conhecimento dos ecossistemas, onde os resíduos são normalmente descartados, são essenciais para que as necessidades de uma população crescente sejam atendidas com mínimo impacto na produção agrícola e ambiental. A abordagem apresentada a seguir trata de alguns aspectos da poluição do solo e da água.

---

<sup>1</sup> Universidade Federal da Bahia - UFBA. Escola de Agronomia. Cruz das Almas/BA.

## POLUIÇÃO DO SOLO

Juntamente com o ar, o solo e a água têm sido historicamente usados como meio natural de descarte dos resíduos produzidos pela atividade humana. Esses recursos naturais, não renováveis a curto prazo, são meios muito vulneráveis à poluição, contaminação e degradação acidental ou deliberada e difíceis de serem recuperados.

As principais fontes de contaminação dos solos são os resíduos urbanos e industriais, sólidos e líquidos, água contaminada proveniente de diferentes processos industriais, resíduos provenientes de atividades agroindústrias, metais traços, agrotóxicos, fertilizantes e uso de água poluída na irrigação. Os compostos danosos ao meio ambiente, na forma que são aplicados, são denominados **poluentes primários**, já os compostos formados no meio ambiente como resultado de transformações químicas, normalmente menos danosos, são denominados **poluentes secundários**.

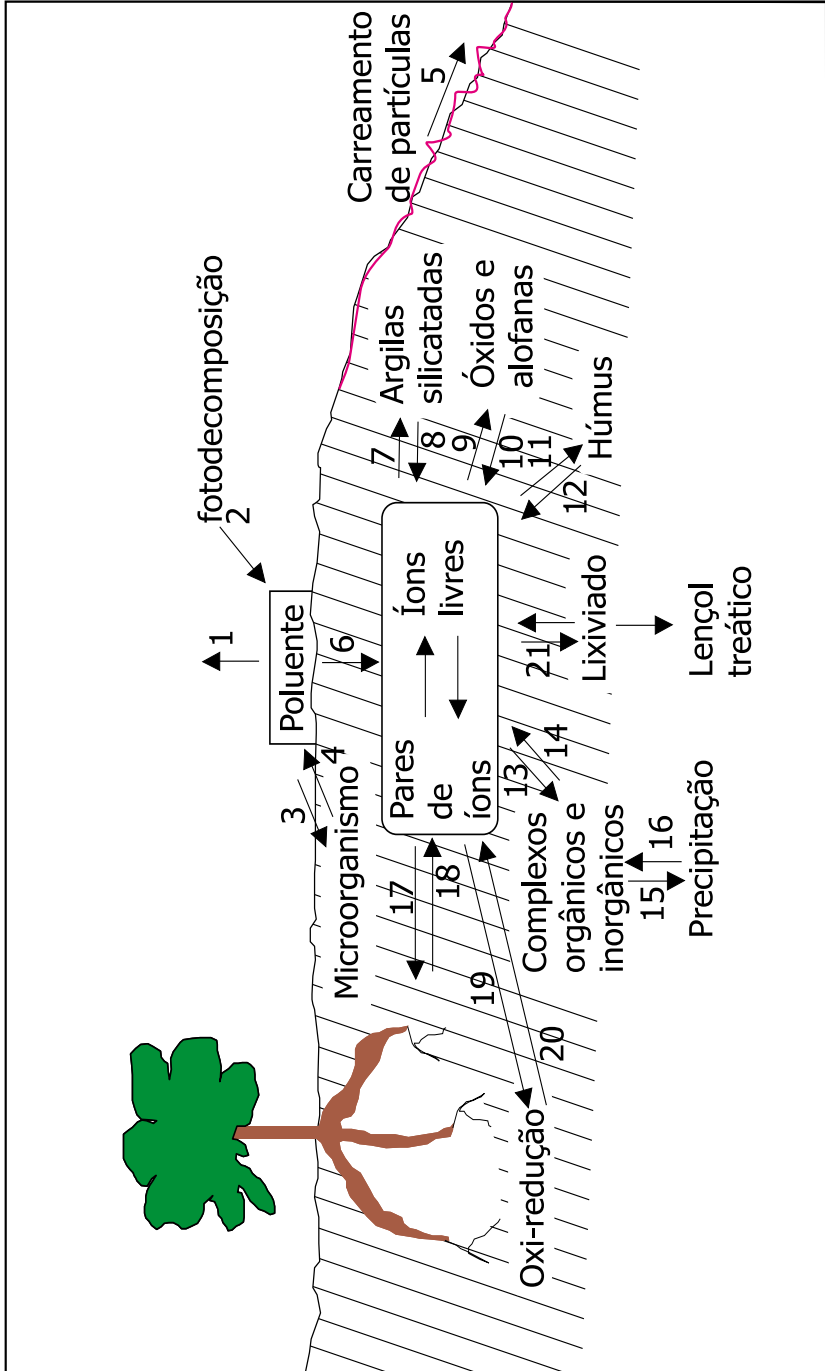
O destino dos poluentes no solo é determinado, em grande parte, pela natureza do poluente, pelas características da carga da superfície coloidal do solo (a qual influenciará a solubilidade, troca de íons por processos de adsorção-dessorção, complexação e reações de redox dos poluentes ativos na solução do solo) e pelas propriedades físicas (textura, distribuição de poros, densidade, temperatura, aeração e regime hídrico do solo).

Um poluente ao alcançar o solo pode ser degradado por processos de natureza abiótica e biótica, Figura 1. Reações não biológicas como hidrólise, oxi-redução, volatilização (processo 1) e fotodecomposição (processo 2) reduzem a concentração do poluente no solo.

Embora os processos abióticos possam contribuir para a redução desses compostos, a taxa de degradação da maioria dos compostos orgânicos adicionados ao solo é quase nula na ausência de microrganismos. A eficiência dos microrganismos na degradação dos poluentes orgânicos do solo é influenciada por fatores ambientais, pela natureza do poluente, tipo e população dos microrganismos, conteúdo de matéria orgânica e pH do solo. Em alguns casos, compostos mais tóxicos que os originais podem ser formados como resultado da degradação parcial desses contaminantes (processos 3 e 4).

Os poluentes orgânicos não-iônicos e não polares são normalmente adsorvidos pela fração húmica do solo no horizonte mais superficial, onde a matéria orgânica se encontra em maior concentração. Exceto alguns pesticidas e solventes à base de cloro, a maioria desses poluentes orgânicos são relativamente insolúveis e alguns hidrofóbicos e só se perdem por lixiviação em solos de boa permeabilidade. Os poluentes que se ligam ao húmus ten-

Figura 1 - Dinâmica dos poluentes no sistema solo-planta.



dem a se acumular na superfície do solo, chegando aos cursos d'água por carreamento de partículas, ou seja, a fase sólida do solo é constituída de um estado estacionário e uma parte móvel. As partículas de tamanho coloidal, com grande superfície específica e densidade de carga, têm um papel significativo no transporte (carreamento) dos contaminantes altamente insolúveis, mas com alta afinidade pelos colóides do solo (processo 5).

As diversas reações entre os poluentes orgânicos e inorgânicos solúveis e polares e os constituintes da fase sólida do solo dependem de suas transformações e interações no sistema solo-água. Após dissolução (processo 6), os poluentes iônicos e polares passam a compor a solução do solo onde entram na forma de íons livres, íons hidratados, como espécies dissolvidas ou complexadas por ligantes orgânicos ou inorgânicos com carga positiva ou negativa ou sem carga. Os íons livres e as espécies dissolvidas interagem com a fase sólida do solo por adsorção–dessorção (processos 7 a 12).

Na maioria dos solos predomina carga negativa. Nos solos onde predominam os minerais secundários de carga constante, como montmorilonita e vermiculita, essas cargas são oriundas de substituição isomórfica. Nesse caso, os cátions minerais e orgânicos da solução do solo são atraídos eletrostaticamente para a superfície dos colóides (processos 7 e 8).

Nos solos onde predominam colóides de carga variável, a retenção de cátions e ânions orgânicos e inorgânicos da solução do solo depende da adsorção ou dessorção de H (formando por exemplo,  $\text{AlOH}_2^{+1/2}$  e  $\text{Al-OH}^{-1/2}$ , respectivamente) de grupos funcionais de minerais (como os alofanos, óxidos de Fe, Al e Mn) e da matéria orgânica (resultantes principalmente da ionização de grupos carboxílicos, fenólicos e enólicos). A quantidade e o sinal da carga desses colóides são determinados pelo pH, composição iônica e de ligantes na solução. Além da atração eletrostática, esses colóides adsorvem fortemente os metais de transição e metais pesados, por ligações químicas ou de esfera interna (processos 9 e 10). Dada a flutuação de carga, ânions (fosfatos, sulfatos, silicatos e alguns íons orgânicos) e diversos metais traços formam ligações parcialmente covalentes com a superfície desses colóides.

As reações que envolvem troca de cátions e formação de complexos no solo com macro e micronutrientes, metais traços, pesticidas e minerais de argila são fortemente influenciadas pela matéria orgânica. A matéria orgânica está envolvida nas reações de troca com íons orgânicos (como os herbicidas Paraquat e Diquat) (processos 11 e 12) e com cátions metálicos (como  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$  e  $\text{Co}^{2+}$ ) e em reações de complexação com alguns ânions e cátions metálicos (processos 13 e 14) e nas reações de precipitação e dissolução (processos 15 e 16). Os componentes da matéria orgânica de baixo peso molecular tendem a formar complexos biodisponíveis e móveis

com esses metais da solução do solo, enquanto os compostos orgânicos mais polimerizados e de maior peso molecular tendem a formar quelatos muito menos biodisponíveis e imóveis com os metais.

A adsorção de poluentes orgânicos iônicos tende a ser maior em superfícies minerais (processos 7 a 9) do que em superfícies orgânicas (processos 11 e 12). Quando a ligação entre os íons e a superfície do colóide é eletrostática, os íons que apresentarem maior relação carga/raio iônico hidratado será adsorvido preferencialmente. Entre os metais que ocorrem no solo, a seletividade esperada é  $Ni > Mg > Cu > Co > Zn > Cd > Sr > Pb$ . Entretanto, nas ligações de esfera interna, os íons com maior eletronegatividade serão preferencialmente adsorvidos. Entre os metais, a ordem de afinidade segue a ordem de Irving-Williams:  $Hg > Pb > Cu > Zn > Ni \sim Co > Cd$ .

Os poluentes orgânicos de maior peso molecular e de menor hidratação são adsorvidos mais fortemente do que os de menor peso molecular e maior hidratação.

As reações de oxidação-redução influenciam na solubilidade e mobilidade de alguns íons (ex. o cromo é estável e inócuo na forma reduzida ( $Cr^{+3}$ ) e móvel no ambiente na forma oxidada ( $Cr^{+VI}$ ); o cobalto oxidado ( $Co^{+3}$ ) é menos solúvel e menos móvel que o Cobalto reduzido ( $Co^{+2}$ ) e algumas moléculas dissolvidas na solução do solo (processos 19 e 20). As raízes de plantas e microorganismos, através de liberação de exudados e enzimas no solo, também afetam a solubilidade dos poluentes (processos 17 e 18). A extensão dessas reações é determinada pela qualidade e quantidade da argila presente no meio, teor de matéria orgânica, potencial redox, pH do solo e a natureza do contaminante.

Os solos reduzem o potencial de poluição do lençol freático, ao limitar a biodisponibilidade e a lixiviação dos poluentes por processos de retenção de íons em superfícies coloidais orgânicas e inorgânicas (adsorção química e eletrostática, precipitação, quelatação e outros do solo), funcionando como um filtro químico; ou ao degradar microbiologicamente alguns compostos orgânicos, incluindo poluentes orgânicos, funcionando como filtro biológico. Diferente dos compostos orgânicos que são decompostos pelos microorganismos, os metais traços tendem a se acumular no solo devido à forte ligação com os colóides orgânicos e inorgânicos, resultando em um longo período de contaminação.

Os compostos que não são retidos pelos processos mencionados tendem a ser lixiviados, indo contaminar o lençol freático (processo 21).

## POLUIÇÃO DA ÁGUA

Menos de 3% da água do planeta está na terra e a maior parte dela está sob a forma de gelo e neve ou abaixo da superfície (água subterrânea). Apenas cerca de 1% da água terrestre está diretamente disponível ao homem e aos outros organismos.

A água é um recurso natural requerido em diversas reações essenciais à vida, sendo o meio para reações e transporte de materiais dissolvidos. O aumento da população mundial e a expansão das atividades industriais e agrícolas, associado à poluição, têm tornado esse recurso natural escasso às necessidades do homem.

As fontes de contaminação da água, em geral, são resultantes da geração e emissão de efluentes (orgânicos, inorgânicos, urbanos e industriais) e insumos utilizados em atividades agrícolas (fertilizantes, agrotóxicos e metais traços). A indústria é o setor que mais polui a água, gerando e emitindo elevada quantidade de efluentes orgânicos e inorgânicos e substâncias tóxicas, direta ou indiretamente, para os mananciais. A agricultura é o segundo maior componente da poluição da água. Para atender a demanda alimentar da população crescente, a agricultura moderna tem aplicado grandes quantidade de fertilizantes e pesticidas que poluem o solo, degradam os recursos hídricos superficiais e subterrâneos. As águas da chuva e de irrigação conduzem parte desses produtos para os mananciais de água superficiais ou subterrâneo por carreamento ou infiltração, respectivamente. A água ainda pode ser contaminada por organismos patogênicos (bactérias, protozoários e vírus) existentes nos esgotos pluviais e escoamento urbano.

Os contaminantes introduzidos no solo e na água podem ser biodegradáveis ou persistentes. Os poluentes biodegradáveis, normalmente de natureza orgânica (defensivos agrícolas, fertilizantes, petróleo e outros) são passíveis de serem degradados pela ação de bactérias. Existem, entretanto, alguns compostos orgânicos não biodegradáveis, sintetizados por microorganismos e pela indústria, denominados de recalcitrantes ou biologicamente resistentes, que se acumulam na água, podendo atingir concentrações de riscos aos seres vivos. Os poluentes persistentes mantêm-se no meio ambiente e nos organismos vivos por longo tempo, como é o caso dos metais chumbo, alumínio, zinco e mercúrio, entre outros, que se depositam nos seres vivos, intoxicando-os.

Entre as várias formas de impacto ambiental causadas pela emissão de poluentes na água, destacam-se a eutroficação e a anoxia, duas das muitas conseqüências óbvias da descarga de poluentes na água. Eutroficação é o processo de enriquecimento de nutrientes que sofrem os corpos de água,

limitando a atividade biológica. O nitrato e o fosfato são os nutrientes que normalmente estão presentes nos casos de eutroficação, chegando às águas de superfície e subterrânea por rotas diferentes. O nitrato, espécie iônica de grande solubilidade e mobilidade na água, ocorre normalmente no solo e na água como produto da mineralização de restos vegetais e animais pelos microorganismos. O nitrato tende a ser lixiviado para o lençol freático, por ser fracamente adsorvido ou não ser adsorvido pelas superfícies coloidais. Já as espécies iônicas do fósforo adicionado ao solo, como fertilizante ou presente nos poluentes, são pouco solúveis em água e têm baixa mobilidade, chegando aos rios e lagos via erosão laminar, por deposição de materiais de solo, ou nas águas subterrâneas e por lixiviação em solos. Com a eutroficação, cria-se um ambiente adequado para a proliferação de algas com concomitante mudança na composição das espécies (as algas perenes são substituídas por algas anuais, alga verde), reduções na transparência da água e a concentração de oxigênio e aumento na produção de substâncias orgânicas.

Os microorganismos que mediam o processo de degradação dos poluentes biodegradáveis usam parte do oxigênio existente na água, resultante da troca de gases com a atmosfera, deixando-o insuficiente para os peixes e outros animais aquáticos. A quantidade de oxigênio requerida pelo processo de decomposição é reconhecido como Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO). Se for emitida uma carga excessiva de material orgânico oxidável, resultante de descarga de um efluente em um rio, lago ou oceano, os organismos responsáveis pela oxidação utilizarão grande parte do oxigênio dissolvido no meio, podendo causar morte de outros organismos, presentes, por asfixia. Na ausência de oxigênio, as bactérias anaeróbicas decompõem a matéria orgânica e geram gases tóxicos tais como gás sulfídrico e metano.

De acordo com a forma que os poluentes entram na água, dois tipos básicos de poluição podem ser caracterizados: pontual (quando a contaminação pode ser traçada a uma fonte específica) e não pontual ou difusa (contaminação resultante de uma grande área e não de uma simples fonte e inclui as atividades naturais e humanas). Fontes de poluição não pontual incluem atividades agrícolas, humanas, florestais, urbanas, construção, atividades de mineração e deposição atmosférica. As fontes de poluição natural pontual incluem erosão geológica, brotamento salino, intemperismo mineral e solos com grandes quantidades de nutrientes.

A água subterrânea tem sido captada para aumentar o suprimento da água superficial. A preservação dos mananciais subterrâneos depende das práticas adotadas na superfície do solo. Nesse contexto, todas as atividades,

incluindo as de origem agrícola que oferecem riscos à qualidade da água subterrânea, como o uso de agrotóxicos e fertilizantes móveis no solo (como nitrogênio) podendo ser bem gestionadas. Diferente da poluição dos lagos e dos rios, que é potencialmente reversível, a água subterrânea não recebe oxigênio atmosférico em quantidade suficiente para degradar os poluentes, o que reduz muito sua capacidade de autopurificação.

No limiar do terceiro milênio, para se manter a qualidade de vida de uma população crescente, dentro de padrões aceitáveis, é necessário que os novos paradigmas para todos os processos produtivos sejam estabelecidos com base no uso de métodos e técnicas que resultem em menor produção de resíduos, metais pesados e menor uso de compostos sintéticos de difícil degradação no meio ambiente. O monitoramento ambiental, usando métodos instrumentais rápidos e precisos, constitui-se, nesse contexto, uma ferramenta poderosa na adoção de tecnologias adequadas para garantir a sustentabilidade dos ecossistemas. Essa abordagem produtiva é essencial, principalmente para que os agroecossistemas mantenham a produção de alimento, fibra e energia.

## LITERATURA CONSULTADA

ALLOWAY, B.J. & AYRES, D.C. Chemical Principles of Environmental Pollution. London. Blackie Academic & Professional, 1993. 291p.

FASSBENDER, H. W. & BORNEMISZA, E. Química de Suelos- com ênfasis en suelos de América Latina. Costa Rica. IICA, 1987.420p.

McBRIDE, M.B. Environmental Chemistry of Soils. New York. Oxford University Press, 1994. 406p.

SPARKS, D. L. Environmental Soil Chemistry. Delaware. Academic Press, 1995. 267p.



# METODOLOGIA DE PESQUISA EM PLANTIO DIRETO

Flávio Luiz Foletto Eltz<sup>1</sup>

## INTRODUÇÃO

O presente trabalho sobre metodologia de pesquisa em plantio direto baseou-se em revisão bibliográfica feita principalmente na Revista Brasileira de Ciência do Solo, e em menor escala, em algumas outras publicações, em grande parte de eventos ligados ao plantio direto.

Estruturou-se o trabalho em três partes, onde na primeira descreve-se as razões do surgimento do plantio direto e suas dificuldades; na segunda discute-se as metodologias empregadas para seu estudo e na terceira, mais atual, discute-se os novos rumos que a pesquisa em plantio direto está tomando. Por razões de tempo e espaço, procurou-se citar sempre o primeiro autor a publicar sobre determinada propriedade do solo e também seguir a escala cronológica de aparecimento dos assuntos na Revista Brasileira de Ciência do Solo ou sua publicação em outro veículo de divulgação. Evidentemente, esta escala acompanhou o próprio desenvolvimento do plantio direto no Brasil. O objetivo não foi fazer uma revisão completa sobre metodologia, mas sim mostrar como os pesquisadores trataram a questão.

## O INÍCIO DO PLANTIO DIRETO

Nas décadas de 60, 70 e 80, as lavouras de trigo e soja em sucessão eram a principal alternativa econômica para os produtores rurais no sul do Brasil. O preparo convencional do solo era utilizado em praticamente toda a área de cultivo. O uso continuado deste sistema, além de deixar o solo exposto a ação do impacto das gotas de chuva, causa pulverização da camada superficial do solo, diminuindo a infiltração de água e facilitando o transporte do solo.

À medida que os problemas de erosão foram surgindo, os técnicos sugeriram medidas para seu controle, sendo o terraço a principal delas. O

---

<sup>1</sup> Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Santa Maria/RS.

terraceamento passou a ser adotado pela maioria dos produtores e chegou a ser sinônimo de conservação do solo. Esta prática, que tem grande eficiência em solos com boa infiltração, passou a ter problemas, porque a infiltração da água na área entre terraços, foi diminuída devido à compactação subsuperficial do solo causada pelo preparo convencional continuado e principalmente, com teores inadequados de umidade.

Desta maneira, passou a ser comum os terraços rebentarem em função de um volume de enxurrada maior do que o dimensionado quando de sua construção. Outros problemas também surgiram, como tipos de terraços inadequados para os diferentes solos e locações de terraços mal feitas, com acúmulo de água em determinados pontos. Muitos agricultores aumentavam exageradamente o gradiente do terraço, para forçar o escoamento da enxurrada, mas o que, por outro lado, causava erosão no próprio canal do terraço. Acima de tudo, o principal problema dos sistemas de terraceamento era que era visto como uma prática isolada de conservação do solo, algo que o produtor devia fazer e que resolveria todos os seus problemas de conservação do solo.

## **METODOLOGIA DA PESQUISA EM PLANTIO DIRETO**

O plantio direto foi testado no Brasil pela primeira vez em 1971, como uma prática capaz de reduzir a erosão hídrica do solo. Em 1975, instalou-se no Rio Grande do Sul o primeiro trabalho de pesquisa visando medir perdas de solo e água, trabalho este que continua a ser conduzido até hoje. Ao mesmo tempo, outros trabalhos também eram iniciados no Paraná e outros estados. Desta forma, as primeiras informações da pesquisa sobre plantio direto foram em relação à eficiência deste sistema de manejo no controle da erosão hídrica. Logo estes trabalhos expandiram-se para diferentes solos e as principais culturas comerciais, como trigo, aveia, soja, milho, algodão, além de pastagens.

O aumento da adoção do plantio direto pelos agricultores trouxe à tona inúmeros problemas não imaginados pelos técnicos, inicialmente mais preocupados em controlar a erosão.

O primeiro problema foi em relação às semeadoras. A FNI Rotacaster, a primeira semeadora de plantio direto do Brasil, era um modelo importado, porém fabricado no Brasil. Este modelo cortava o solo por meio de facas rotativas, acionadas pela tomada de força do trator, porém não tinha bom desempenho, colocando o adubo fora da linha de semeadura e deixando muitas sementes descobertas.

Outro problema sério foram os herbicidas, de custo alto e baixa eficiência no plantio direto. Praticamente não havia os pós-emergentes. Aliado aos herbicidas, a distribuição da palha pelas automotrizas deixava a desejar. Algumas áreas ficavam com excesso de palha, dificultando a semeadura e outras ficavam com pouca palha, facilitando a emergência das plantas daninhas. Além disto, para acelerar a colheita, o picador e distribuidor de palha era retirado, largando a palha amontoada, o que obrigava a queima.

Pragas e doenças das culturas passaram a ter um aumento severo de incidência, impulsionados pelos inóculos presentes nos resíduos das culturas na superfície do solo e o insistente uso de monoculturas.

Dentro deste cenário de crescentes problemas para o plantio direto é que os primeiros trabalhos sobre este sistema de manejo passaram a ser publicados. O controle da erosão foi a razão primeira do início do plantio direto no Brasil e o primeiro trabalho publicado na área na Revista Brasileira de Ciência do Solo (Eltz et al., 1977) comparava as perdas de solo e água em diferentes sistemas de manejo, onde se incluía o plantio direto. A metodologia utilizada para a determinação destas perdas já era conhecida (Wischmeier, 1959), o que quer dizer que não foi criada uma metodologia específica para a determinação das perdas de solo e água no plantio direto, apenas utilizou-se uma metodologia conhecida também para o plantio direto.

Além do controle da erosão, um segundo aspecto em importância passou a preocupar os pesquisadores: era comportamento do plantio direto em relação as propriedades físicas do solo.

Neste sentido, para estudar estas propriedades em diferentes sistemas de manejo, Abrão et al. (1979) utilizaram metodologias bem conhecidas. Por exemplo, no estudo da densidade do solo, foi utilizado o método do torrão parafinado. Para a porosidade, estes autores determinaram a microporosidade pelo método da mesa de tensão, descrito em Oliveira (1968).

Para o estudo da infiltração de água no solo, Abrão et al. (1979) utilizaram o método da inundação por anéis concêntricos, descrito em Forsythe (1975), o que serviu para comparar os diversos sistemas de manejo testados. A retenção de água foi determinada pelo método da panela de pressão com placa porosa, assim como a estabilidade dos agregados foi determinada por estes autores pelo método da dispersão em água (Kemper & Chepil, 1965), enquanto que Souza et al. (1982) utilizaram a dispersão a seco (Chepil, 1965). resistência à penetração foi avaliada por Abrão et al. (1979) com um penetrômetro, utilizando metodologia descrita em Davidson (1965).

Machado & Brum (1978) avaliaram a matéria orgânica do solo utilizando o método do carbono orgânico (Vettori, 1969), enquanto que Sidiras & Pavan

(1986) determinaram a temperatura do solo utilizando geotermômetros a 3 e 6 cm de profundidade.

Em todos estes trabalhos, os autores não criaram uma metodologia para plantio direto, mas utilizaram metodologias já conhecidas para comparar o plantio direto com outros sistemas de manejo. Desta forma foi possível estabelecer as primeiras concepções de como o plantio direto se comportava em relação as propriedades físicas do solo.

Em relação a fertilidade do solo, as primeiras pesquisas, como não podia deixar de ser, também comparavam o plantio direto com o preparo convencional do solo, além de outros sistemas de manejo, como a escarificação. Neste sentido, o trabalho de Muzilli (1983) compara o nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio entre os sistemas de manejo, determinados por métodos de rotina utilizados no Laboratório de Análise de Solo do Instituto Agrônomo do Paraná, em Londrina (Muzilli et al., 1978).

Da mesma forma, as primeiras pesquisas comparando o plantio direto com o preparo convencional do solo, em relação à pragas e doenças, utilizavam métodos comuns nestas áreas, para constatar que as pragas e doenças eram as mesmas, mas com intensidade de ataque diferente, dependendo do sistema de manejo. Estas evidências foram obtidas em culturas como trigo, soja, milho, feijão e algodão. A publicação *Plantio Direto no Estado do Paraná* (Circular n. 23 - IAPAR, 1981) foi provavelmente uma das primeiras a fornecer sistematicamente estas informações. A EMBRAPA TRIGO também destacou-se neste campo de estudo, e foi, ao lado do IAPAR, as duas instituições que provavelmente mais contribuíram para o estudo das pragas e doenças nesta fase do plantio direto.

O controle de plantas daninhas no plantio direto sempre foi uma das chaves para o sucesso de uma cultura. Na prática, todo o controle é feito pela palhada e pelos herbicidas utilizados, embora alguns poucos agricultores utilizem o controle manual com enxadas por uma opção pessoal. Também nesta área os primeiros trabalhos comparavam o plantio direto com o preparo convencional, confirmando a tradicional comparação do “novo” com o “velho”.

Harri Lorenzi e Fernando Souza Almeida foram, no meu entender, os primeiros pesquisadores a chamar a atenção para a alelopatia provocada pela palhada das culturas sobre algumas plantas daninhas. Cabe destacar inicialmente os trabalhos de Almeida (1981), Lorenzi (1984) e Gazziero (1984), e posteriormente o Guia de Herbicidas, de Almeida & Rodrigues (1985). Ressalte-se que a metodologia empregada para a comparação dos níveis de infestação e/ou controle de herbicidas nestes trabalhos de pesquisa eram rotineiros.

Inicialmente, as semeadoras de plantio direto representaram um entrave à expansão do plantio direto, principalmente pelo custo elevado e desempenho não satisfatório. Entretanto, logo algumas indústrias perceberam a projeção que o plantio direto teria, e passaram a oferecer ao mercado novas semeadoras, bastante melhoradas em relação à primeira fabricada no Brasil. Wiles & Yamaoka (1981) detalham os mecanismos das primeiras semeadoras desenvolvidas no Brasil. Portella (1984) também detalha os principais mecanismos utilizados, ressaltando que estes são já utilizados por um sem número de marcas comerciais. A EMBRAPA Trigo testou várias destes sistemas em Passo Fundo, dando grande colaboração ao desenvolvimento de semeadoras cada vez mais eficientes.

Também novos equipamentos, como o rolo-faca, foram desenvolvidos, e outros, como os picadores-distribuidores de palha foram muito melhorados, o que implicou em grandes benefícios ao plantio direto. O fato destes picadores-distribuidores de palha passarem a distribuir a palha na mesma largura em que ela era cortada melhorou o desempenho da operação de semeadura em si e o controle das ervas daninhas.

É importante destacar aqui o papel que as empresas de máquinas agrícolas tiveram no desenvolvimento de semeadoras mais eficientes, hoje tão boas quanto às melhores estrangeiras. O fator custo ainda continua a ser um entrave, o que deixa a muitos agricultores apenas a alternativa de transformar velhas semeadoras de preparo convencional em semeadoras de plantio direto, com a utilização de kits de adaptação. Estes kits, muitas vezes de fabricação de fundo de quintal, tem o custo baixo o suficiente para poder ser adquirido pela grande maioria dos produtores.

Também é importante destacar o papel que as empresas produtoras de herbicidas tiveram no desenvolvimento de novos herbicidas, o que facilitou em muito o trabalho dos produtores para controlar plantas daninhas. Os herbicidas pós-emergentes tiveram papel destacado no avanço da adoção do plantio direto no Brasil.

Um dos entraves iniciais do plantio direto era o uso da monocultura, principalmente a sucessão trigo-soja. Em preparo convencional, com a queima e/ou incorporação dos resíduos, os problemas de pragas e doenças não eram tão sentidos, além do que economicamente esta sucessão era satisfatória aos agricultores. No plantio direto, a incidência de pragas e doenças aumentou na maioria dos casos, o que obrigou aos agricultores que queriam continuar utilizando o plantio direto a aderirem à rotação de culturas. Neste caso, os trabalhos do pesquisador Henrique Pereira dos Santos, da EMBRAPA Trigo, deram grande impulso aos estudos das rotações de culturas, juntamente com

os de Erlei Melo Reis (EMBRAPA Trigo) na parte de doenças e Fernando Souza Almeida (IAPAR) na parte de plantas daninhas.

Mais recentemente, diversos trabalhos foram realizados visando reavaliar a situação da fertilidade do solo em plantio direto. Dois aspectos merecem ser ressaltados: a amostragem de solo e a aplicação de calcário. No primeiro aspecto, o trabalho de Anghinoni & Salet (1998) foi fundamental para mostrar as diferenças entre a amostragem no preparo convencional e as necessidades de amostragem no plantio direto, em função da concentração de nutrientes na superfície do solo e linhas de semeadura. No segundo, Potker & Ben (1998) estudaram as formas e doses de aplicação de calcário em plantio direto, assim como Caires (2000). Estes trabalhos deram suporte a nova recomendação de calcário para o plantio direto.

No preparo convencional do solo, as raízes eram vistas como tendo duas funções principais: suportar a planta e absorver água e nutrientes. No plantio direto, os estudos de raízes passaram a ter maior importância, visto suas funções na agregação e aeração do solo e infiltração de água, além das já citadas anteriormente. Rosolem et al. (1992) estudaram o sistema radicular pelo método de tradagem e contagem das raízes pelo método de Tennant (1975). O uso destas técnicas agora permite uma nova visão sobre as raízes, que antes não era dada a devida importância.

Além das primeiras culturas que foram testadas em plantio direto, como trigo, aveia, soja, milho, feijão e algodão, outras culturas passaram também a ser cultivadas neste sistema. Plantas utilizadas como adubação verde passaram a ser cultivadas em plantio direto, como tremoço, ervilhaca, nabo forrageiro e muitos outros.

Algumas culturas não tradicionais de serem cultivadas em plantio direto (culturas de grãos) também passaram para este sistema. Um exemplo marcante é o arroz irrigado, que não tem problemas de erosão, mas em função da maior facilidade de controle de plantas daninhas, passou a utilizar o plantio direto. O fumo, as pastagens, cebola, mandioca, melancia, batata inglesa e hortaliças tiveram seus cultivos adaptados para o plantio direto, com grandes vantagens.

Talvez o caso mais impressionante de todos seja o caso da acácia negra, uma cultura florestal, tradicionalmente plantada por mudas, e que com este sistema passa a ser semeada diretamente sobre a área dessecada, o que se configura talvez um caso pioneiro no mundo. Em todos estes casos, a capacidade inventiva dos técnicos foi determinante para que, cada vez mais, novas culturas pudessem ser cultivadas em plantio direto.

## OS NOVOS RUMOS DA PESQUISA EM PLANTIO DIRETO

Reduzido os problemas mais sérios de controle de erosão com a utilização do plantio direto, outras preocupações passaram a interessar os técnicos envolvidos com o plantio direto. A qualidade da água passou a ser examinada, estudando-se desde a concentração de sedimentos, até a de nutrientes e pesticidas. Merece destaque nessa área os trabalhos de Fawcett (1997) e Núñez (1999). Também a lixiviação de nutrientes, no caso de nitratos, passou a ser estudada, como no trabalho de Basso & Ceretta (2000), mostrando uma preocupação mais detalhada com o meio ambiente, fato que no tempo em que se utilizava o preparo convencional do solo praticamente não existia. Somente após o controle do problema principal erosão é que os técnicos passaram a se dedicar a estas outras pesquisas.

Desta forma, a qualidade do solo e do ar também passaram a ser estudadas, ressaltando-se os trabalhos de Corazza et al. (1999) em solos de cerrado e Bayer et al. (2000).

Os organismos do solo passaram a receber atenção especial, não meramente como organismos vivos, mas também como indicadores de uma melhor qualidade do solo. Destacam-se os trabalhos de Catelan & Vidor (1990) sobre microorganismos do solo, onde foi utilizado o método de contagem em placas, e o de Ferri & Eltz (1998), onde a mesofauna foi avaliada com o uso de armadilhas de Tretzel. Os macroorganismos também tiveram destaque, com os trabalhos sobre coró (Gassen, 1989).

A grande maioria destes trabalhos não utilizou uma metodologia específica para plantio direto, mas sim métodos que permitiam avaliar os parâmetros independentemente do sistema de manejo do solo. O resultado de todos estes trabalhos que cada vez mais foi se tornando evidente a tremenda interdependência ente os fatores físicos, químicos e biológicos no plantio direto, exigindo cada vez mais estudos interdisciplinares, e por conseguinte, equipes multidisciplinares. Para exemplificar, quanto a macrofauna, ou as minhocas mais especificamente, afetam a densidade do solo, a porosidade, a infiltração de água, o transporte vertical de nutrientes no perfil e a nutrição das plantas? Ou quanto as plantas utilizadas na rotação de culturas afetam a densidade do solo, a fertilidade, a fauna do solo e as plantas daninhas? Tamanha complexidade, seguramente provocada pelo plantio direto, requer estudos complexos, com equipes multidisciplinares.

Este é, talvez, um dos grandes méritos do plantio direto na metodologia de pesquisa, qual seja, o de forçar os estudos multidisciplinares. Plantio direto é um novo sistema agrícola, a cada dia abrangendo novas culturas,

novas máquinas, novos produtos e novas técnicas. E isto exige cada vez mais recursos humanos e financeiros para a pesquisa. A demanda de tecnologia para o plantio direto será cada vez mais qualificada, e isto poderá dar a indicação de caminhar-mos no rumo seguro de uma agricultura mais sustentável, ambiental e economicamente.

## LITERATURA CONSULTADA

ABRÃO, P.R.U.; GOEPFERT, C.F.; GUERRA, M.; ELTZ, F.L.F. & CASSOL, E.A. Efeitos de sistemas de preparo do solo sobre características de um latossolo roxo distrófico. R. Bras. Ci. Solo, Campinas, 3:169-172. 1979.

ALMEIDA, F.S. Controle de ervas. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. Plantio direto no estado do Paraná. Londrina, 1981. (Circular IAPAR, 23) p. 101-144.

ANGHINONI, I. & SALET, R.L. Amostragem do solo e as recomendações de adubação e calagem no sistema plantio direto. In: Nuernberg, N.J. ed. Conceitos e fundamentos do sistema plantio direto. Lages, SC. Soc. Bras. de Ciência do Solo – Núcleo Regional Sul, 1998. p. 27- 52.

BASSO, C.J. & CERETTA, C.A. Época de aplicação de Nitrogênio no milho em sucessão a plantas de cobertura do solo sob plantio direto. R. Bras. Ci. Solo, Campinas, 24:xxx-xxx, 2000. (no prelo).

BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; AMADO, T.J.C.; MARTIN-NETO, L. & FERNANDES, S.V. Organic matter storage in a sandy clay loam Acrisol affected by tillage and cropping systems in southern Brazil. Soil & Tillage Research, 54:101-109, 2000.

CAIRES, E.F.; BANZATTO, D.A. & FONSECA, A.F. Calagem na superfície em sistema plantio direto. R. Bras. Ci. Solo, Campinas, 22:161-169. 2000.

CATTELAN, A.J. & VIDOR, C. Sistemas de culturas e a população microbiana do solo. R. Bras. Ci. Solo, Campinas, 14:125-132, 1990.

CHEPIL, W.S. A compact rotary sieve and the importance of dry sieving in physical soil analysis. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., Madison, 26:4-6, 1962.

CORAZZA, E.J.; SILVA, J.E.; RESCK, D.V.S. & GOMES, A.C. Comportamento de diferentes sistemas de manejo como fonte ou depósito de carbono em relação à vegetação de cerrado. R. Bras. Ci. Solo, Campinas, 23:425-432, 1999.

DAVIDSON, D.T. Penetrometer measurements. In: BLACK, C.A., ed. Methods of soil analysis, physical and mineralogical properties, including statistics measurement and sampling. 1. ed. Madison, Am. Soc. Agron., 1965. P. 477-484.



ELTZ, F.L.F.; COGO, N.P. & MIELNICZUK, J. Perdas por erosão em diferentes manejos de solo e coberturas vegetais em solo laterítico bruno avermelhado distrófico (São Jerônimo). I. Resultados do primeiro ano. R. Bras. Ci. Solo, Campinas, 1:123-127. 1977.

FAWCETT, R.S. Influences of the no-till system on drinkability of water; consequences on water treatment and availability of water. In: II Seminário Internacional do sistema plantio direto, Passo Fundo, 6-9 outubro 1997. p.3-10.

FERRI, M.V.W. & ELTZ, F.L.F. Influência do glyphosate, isolado ou mistura com 2,4-D éster, sobre a mesofauna em semeadura direta de soja em campo nativo. Pesq. Agrop. Gaúcha, Porto Alegre, 4: 131-138, 1998.

FORSYTHE, W.M. Física de suelos; manual e laboratório. San José, IICA, 1975. 212p. (Libros e Materiales Educativos, 25)

FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. Plantio direto no estado do Paraná. Londrina, 1981. 244p. (Circular IAPAR, 23)

GASSEN, D.N. Insetos subterrâneos prejudiciais às culturas no sul do Brasil. Passo Fundo, EMBRAPA-CNPT, 1989. 72p. (EMBRAPA-CNPT, Documentos, 13).

GAZZIERO, D.L.P. Controle de plantas daninhas no plantio direto. In: Torrado, P.V. & Aloisi, R.R. coord. Plantio Direto no Brasil. Campinas, Fundação Cargill, 1984. p.47-52.

KEMPER, W.D. & CHEPIL, W.S. Size distribution aggregates. In: BLACK, C.A., ed. Methods of soil analysis, physical and mineralogical properties, including statistics measurement and sampling. 1. ed. Madison, Am. Soc. Agron., 1965. P. 499-510.

LORENZI, H. Considerações sobre plantas daninhas no plantio direto. In: Torrado, P.V. & Aloisi, R.R. Coord. Plantio Direto no Brasil. Campinas, Fundação Cargill, 1984. p.13-46.

MACHADO, J.A. & BRUM, A.C.R. Efeito de sistemas de cultivo em algumas propriedades físicas do solo. R. Bras. Ci. Solo, Campinas, 2:81-84. 1978.

MUZILI, O.; LANTMANN, A.F.; PALHANO, J.B.; OLIVEIRA, E.L.; PARRA, M.S.; COSTA, A.; CHAVES, J.C.D. & ZOCOLER, D.C. Análise de solos. Interpretação e recomendação de calagem e adubação para o Estado do Paraná. Fund. Inst. Agron. Paraná. Londrina, IAPAR, 1978. 49p. (Circ. 9)

MUZILLI, O. Influência do sistema plantio direto, comparado ao convencional, sobre a fertilidade da camada arável do solo. R. Bras. Ci. Solo, Campinas, 7:95-102. 1983.

NÚÑEZ, J.E.V.; AMARAL SOBRINHO, N.M.B.; PALMIERI, F. & MESQUITA, A.A. Conseqüências de diferentes sistemas de preparo do solo sobre a contaminação do solo, sedimentos e água por metais pesados. R. Bras. Ci. Solo, Campinas,

23:981-990, 1999.

OLIVEIRA, L.B. Determinação da macro e microporosidade pela mesa de tensão em amostras de solo com estrutura indeformada. *Pesq. Agrop. Bras.*, 3:197-200. 1968.

PORTELLA, J.A. Máquinas para plantio direto. In: Fancelli, A.L., Torrado, P.V. & Machado, J. Coord. Atualização em plantio direto. Campinas, Fundação Cargill, 1985. p.275-287.

POTTKER, D. & BEN, J.R. Calagem para uma rotação de culturas no sistema plantio direto. *R. Bras. Ci. Solo*, Campinas, 22:675-684. 1998.

ROSOLEM, C.A.; FURLANI JR., E.; BICUDO, S.J.; MOURA, E.G. & BULHÕES, L.H. Preparo do solo e sistema radicular do trigo. *R. Bras. Ci. Solo*, Campinas, 16:115-120. 1992.

SOUZA, A.P.; FREIRE, W.J. & CURI, P.R. Preparo do solo com arado de discos e seu efeito sobre a estabilidade mecânica dos agregados de um latossolo roxo. *R. Bras. Ci. Solo*, Campinas, 6:53-57. 1982.

TENNANT, D. A test of a modified line intersect method of estimating root length. *J. Ecol.*, London, 63:995-1001, 1975.

VETTORI, L. Métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura. Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo, 1969. (Boletim 7).

WILES, J.C. & YAMAOKA, R.S. Mecanização. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. Plantio direto no estado do Paraná. Londrina, 1981. (Circular IAPAR, 23) p. 59-99.

WISCHMEIER, W.H. Rainfall erosion index for a universal soil loss equation. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, Madison, 23:246-249, 1959.

# 500 ANOS DE USO DO SOLO NA AMAZÔNIA: UM CONTEXTO HISTÓRICO

Alfredo Kingo Oyama Homma<sup>1</sup>

## INTRODUÇÃO

Em 1980, o INPE divulgou a primeira estimativa da área desmatada na Amazônia Legal com base nas imagens do satélite Landsat -MSS, referente a 1975, que era pouco mais de 15 milhões de hectares, atingiu mais de 41 milhões de hectares em 1990 e 57 milhões de hectares em 1999, equivalente a superfície dos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná. Este trabalho procura analisar o contexto histórico do uso da terra na Amazônia desde a presença dos primeiros paleoíndios até a época contemporânea, procurando entender a razão da atual área ocupada. Os dados utilizados para essa pesquisa são de um levantamento sobre a história da agricultura da Amazônia nos últimos quatro séculos, a sua conexão com as macropolíticas de desenvolvimento regionais e nacionais e das mudanças tecnológicas ocorridas (Homma, 2000).

Em 1995, a paleontóloga americana Anna Curtenius Roosevelt provou a presença dos primeiros paleoíndios amazônicos, vivendo na Caverna da Pedra Pintada, no município de Monte Alegre, Estado do Pará, há cerca de 11.200 anos, situado na margem esquerda do rio Amazonas (Roosevelt et al., 1995). A população indígena na bacia amazônica, por ocasião do descobrimento, era estimado em 2 milhões de habitantes, vivendo, tanto nas várzeas como nas terras firmes. As várzeas, apesar de representarem 2% do ecossistema amazônico, concentravam 950 mil indígenas, indicando uma densidade demográfica estimada de 14,6 hab/km<sup>2</sup>. As terras firmes, que representam 98% do ecossistema amazônico, abrigavam 1 milhão de indígenas, com uma densidade de 0,2 hab/km<sup>2</sup> (Cehila, 1992). Bastante conhecida é a civilização indígena que se estabeleceu na ilha do Marajó, compreendendo as diversas fases (Ananatuba, Mangueira, Formiga, Marajoara e Aruã), que se estendeu de 1000 a.C. até 1820. O sistema agrícola indígena tinha alta estabilidade.

Com a chegada dos europeus, a primeira incursão ocorreu em 1541-

---

<sup>1</sup> Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Amazônia Oriental. Belém/PA

1542, com a expedição de Francisco Orellana, saindo de Quito, desceram o rio Amazonas, que o batizaram com esse nome, afirmando que sua embarcação foi atacada por mulheres guerreiras. Outro marco histórico, foi a viagem em sentido inverso, realizada por Pedro Teixeira, em 1637, dilatando o limite imposto pelo Tratado de Tordesilhas.

A fundação da cidade de Belém, em 12 de janeiro de 1616, por Francisco Caldeira Castelo Branco, pode ser considerada como um marco inicial da ocupação portuguesa da Amazônia. Essa ocupação tinha um sentido militar, face a presença de navegadores ingleses, franceses, holandeses e irlandeses, desde 1596, que vinham contrabandear drogas do sertão com os indígenas e na possibilidade do cultivo de cana-de-açúcar.

A colonização portuguesa concentrou-se às margens dos rios navegáveis e ao longo da costa Atlântica dos Estados do Amapá, Pará e Maranhão. Procurou-se edificar fortes em pontos estratégicos em Rondônia, Amazonas, Amapá e Roraima, dando origem a povoações. O extrativismo do cacau de várzea associado a um cultivo empírico, teve grande peso na economia regional, até por ocasião da Independência do Brasil, mas que perdeu a sua importância com os cultivos na Bahia, para onde foi levado em 1746.

A transformação da borracha em um recurso econômico, com a descoberta do processo de vulcanização por Charles Goodyear, em 1839, e a invenção do pneumático para bicicletas por Dunlop, em 1888, impulsionou a ocupação das várzeas nas cabeceiras de rios distantes, como o Estado do Acre, incorporado da Bolívia. A grande seca do Nordeste em 1877 e o atrativo dos altos preços da borracha culminaram com o avanço do processo de ocupação das várzeas e das áreas de terra firme no nordeste paraense, para a produção de gêneros de primeira necessidade para exportação para os seringais.

A introdução do serviço de navegação à vapor em 1852, por Visconde de Mauá, a construção de diversas obras de infra-estrutura para apoiar a coleta e a exportação de borracha iniciaram o processo de destruição da cobertura florestal. A construção das Estradas de Ferro Belém-Bragança (1883-1903), a Madeira-Mamoré (1907-1912) e de Tucuruí (1905-1944), tiveram a finalidade de ocupar áreas de terra firme e facilitar o transporte fluvial.

Com a queda da economia da borracha, reduziu-se a migração dos nordestinos para a Amazônia, passando a dedicar a economia de subsistência, essencialmente, ao longo das margens dos rios. A implantação dos seringais por Henry Ford nas margens do rio Tapajós, em 1927 e a imigração japonesa em 1929, em Tomé-Açu, foram tentativas de implantação de atividades agrícolas em solos de terra firme. Em 1931, com a vinda de imigrantes japoneses para Parintins, estimulou a cultura da juta, estendendo ao longo das várzeas do rio Amazonas e seus afluentes.

A ocupação das várzeas induziu a criação da SPVEA, em 1953, imitando a Tennessee Valley Authority, que teve como paradoxo, a sua maior obra, a abertura da rodovia Belém-Brasília em 1960, levada a cabo por Bernardo Sayão. Com a abertura da rodovia Belém-Brasília, a **civilização da várzea** cede lugar para a **civilização de terra firme**, com a ocupação das laterais da rodovia, com o contínuo deslocamento de frentes pioneiras e do violento processo de apropriação do capital.

Em 1966, a criação dos incentivos fiscais daria início à morte anunciada dos recursos florestais na Amazônia, em grandes bolsões localizados no norte do Mato Grosso e sul do Pará. Sob a égide da segurança nacional, a pecuária combinava com a escassez de mão-de-obra e a existência de grandes extensões de terra. A ênfase nos grandes projetos, como o da Jari, para celulose e caulim e da Volkswagen para pecuária, constituem símbolos desse processo de ocupação.

Em 1972, com a inauguração da rodovia Transamazônica, simbolizava a abertura de grandes eixos rodoviários na Amazônia, em todos os sentidos cardeais, estimulando a vinda de migrantes nordestinos e àqueles tangidos por frutos de políticas públicas, como a erradicação de cafezais no Sudeste, minifundização de propriedades e da encarnação do Brasil Grande, na ocupação de grandes espaços da Amazônia. O uso da motosserra, a partir da década de 70, aumenta a produtividade da mão-de-obra nas derrubadas em 700%.

Os incentivos fiscais e o fluxo de colonos, tanto oficiais como espontâneos, estimularam a ocupação de Rondônia e do Pará, gerando a **civilização da Sudam** e a **civilização do Incra**, feitos com pesados custos ambientais e sociais. As culturas de café e cacau eram incentivadas nos projetos de colonização, além do contínuo processo de derrubada e queimada para a produção de culturas anuais e posterior transformação em pastos. O esgotamento de reservas florestais no Sul do País, fez com que as madeiras se deslocassem em direção à Amazônia, extraindo, na primeira fase, ao longo do curso dos rios, para depois voltarem à extração madeira ao longo das rodovias abertas.

Mesmo a despeito do esgotamento do modelo da Sudam e do Incra, o fluxo de migrantes em busca de novas esperanças na Amazônia não foi estancado. Na seqüência da abertura das rodovias federais, os governos estaduais do Pará, Mato Grosso, Goiás, Maranhão e Rondônia, desenvolvem uma extensa malha viária, atraindo milhares de contingentes do Nordeste, Sudeste e Sul do País. A guerrilha do Araguaia, em 1972, constituiu-se na justificativa estratégica para a abertura de rodovias no sul do Pará, nas quais se destaca a PA-150, cortando longitudinalmente o Estado do Pará, tornando-se na porta de entrada de posseiros, madeireiros e pecuaristas, levando a desagregação da

economia extrativa de castanha-do-pará. Somente no período 1984-1997, cerca de 70% da área dos castanhais foram destruídos.

A descoberta da Província Mineral do Carajás em 1967 e de dezenas de garimpos de ouro, deram origem à expansão do ciclo mineral com a implantação do Programa Grande Carajás, em 1980. Este ciclo foi iniciado com a exportação de manganês da ICOMI, no Amapá, em 1957, inaugurado pelo presidente Juscelino Kubitschek. O auge da Serra Pelada, com quase 100 mil pessoas, em 1983, e a descoberta da pepita Canã, com mais de 62 kg é emblemático neste sentido quanto a ocupação do sul do Pará. A inauguração da Usina Hidrelétrica de Tucuruí em 1984 e da Estrada de Ferro Carajás em 1985, complementam a consolidação do ciclo mineral. Há uma mudança do extrativismo vegetal para o extrativismo mineral, que passa a ser o carro-chefe da economia regional.

O assassinato do líder sindical Chico Mendes em 1988, constitui-se no divisor de águas no questionamento do modelo de desenvolvimento que vinha sendo implementado. As pressões internacionais contra os desmatamentos e queimadas passaram a influenciar as diretrizes do governo brasileiro com relação a Amazônia. A tônica do **vazio a ocupar** que prevaleceu durante os governos militares muda para o conceito do vazio a preservar.

Neste novo enfoque, enfatiza-se o aproveitamento dos recursos florestais chamados de não-madeireiros, sistemas agroflorestais, biodiversidade, manejo florestal, produção familiar, entre outros. A existência de 600 mil famílias de pequenos produtores, que tem no processo de desmatamento a sua forma de perpetuação, além de um contingente de 17 milhões de habitantes, dos quais mais da metade já vivem nos centros urbanos, torna-se bastante difícil estabelecer alternativas econômicas apropriadas para racionalizar o uso da terra e preservar os recursos naturais. Tudo indica que o processo de derrubada e queimada, apesar dos esforços, ainda estão longe de se conseguir o desmatamento zero para a Amazônia, em face da pobreza de seus habitantes e da falta de alternativas econômicas.

A inserção da Amazônia no contexto dos mercados mundiais, privilegia a construção de hidrovias, ferrovias, hidrelétricas e asfaltamento de rodovias existentes, criando caminhos para produção e exportação de grãos, beneficiamento de minerais eletrointensivos, exportação de energia elétrica e madeira, configuram novos cenários, no qual o processo de destruição tenderá a se manter. A grande novidade nesse novo enfoque é destruição humanizada com a formação de uma Segunda Natureza, no qual os impactos visuais serão menos agressivos e com programas de compensação ecológica. Tudo indica, que os atuais níveis de desmatamentos na Amazônia poderão ser duplicados

ou triplicados, até sua estabilização. Os programas governamentais caracterizam-se pelo conflito de suas ações, descontrole do processo de ocupação e contam com o beneplácito da sociedade, mais interessados na geração de renda e emprego. As novas questões emergentes, como o mercado de serviços ambientais (belezas cênicas, seqüestro de CO<sub>2</sub>, etc.), aproveitamento da biodiversidade, novas oportunidades de mercado referentes ao reflorestamento, produtos intensivos em mão-de-obra e terra, entre outros, poderão reverter esse processo.

Tudo indica que ainda há um longo caminho a percorrer, necessitando com urgência passar da tese para a prática, quanto a intensificação da fronteira já conquistada, como a maneira mais segura e eficaz de reduzir a incorporação de novas áreas. Apostar na transformação da Segunda Natureza, a partir das áreas já desmatadas é o caminho que deve ser trilhado e não pela incorporação de novas áreas. Ressalta-se que a ocupação da terra na Amazônia, não constitui-se em um problema isolado, mas conectado as macropolíticas nacionais.

## O INÍCIO DA COLONIZAÇÃO PORTUGUESA NA AMAZÔNIA

A fundação do núcleo da futura cidade de Belém, no dia 12 de janeiro de 1616, por Francisco Caldeira Castelo Branco, pode ser considerada como o início da colonização portuguesa na Amazônia. As invasões dos franceses, em 1612, na ilha de São Luís, para fundar a França Equinocial, foi a decisão que levou à fundação de Belém. Apesar do objetivo militar, seguiram-se diversas medidas de natureza administrativa como a criação do Estado do Maranhão e Grão-Pará, com sede em São Luís, iniciando o processo de povoamento da Amazônia. Constituiu-se de uma medida estratégica importante, uma vez que em 1641, os holandeses invadiram a ilha de São Luís, procurando repetir o sucesso da ocupação de Pernambuco, que esteve sob o domínio holandês no período 1630 a 1654. Em 1622 verifica-se a entrada das primeiras 45 reses “crioulas” procedentes da ilha de Cabo Verde, para Belém, iniciando a atividade pecuária na Amazônia e em 1634 entra em funcionamento o primeiro engenho para a fabricação do açúcar no Estado do Pará.

Um evento de grande importância foi a saída da expedição de Pedro Teixeira no dia 28 de outubro de 1637, que partindo de Cameté subiu o rio Amazonas, atingindo Payamino, afluente do rio Napo, no dia 24 de junho de 1638 e iniciando-se a viagem de retorno, partindo-se de Quito no dia 16 de fevereiro de 1639 e chegando a Belém, no dia 12 de dezembro de 1639.

Essa expedição foi a antítese da expedição de Francisco Orellana e, com isso, dilataram-se os limites impostos pelo Tratado de Tordesilhas estabelecido em 1494. A rodovia BR-316, que liga Belém a São Luís, foi batizada como rodovia Pedro Teixeira, em memória a esse grande feito. Apesar disso, o Brasil do lado esquerdo do Tratado de Tordesilhas continua abandonado.

Um grupo de 50 famílias de açorianos, totalizando 234 pessoas, chega a Belém, em 1676, fugindo da erupção do vulcão Faial e dá início aos plantios de arroz, tabaco, cacau e cana-de-açúcar. Essa imigração, em busca de novas esperanças, seria o prenúncio dos que seguiriam nos séculos vindouros em direção à Amazônia.

Em 1680, foi estabelecida a primeira fazenda pastoril na ilha de Marajó, na margem esquerda do rio Muaná, afluente do rio Arari, no lugar denominado Amaniutuba, pelo português Francisco Rodrigues Pereira. A ilha de Marajó se transformou-se no maior centro de criação de bubalinos do País a partir da introdução efetuada por Vicente Chermont de Miranda, em 1882. Em 1682, verifica-se a entrada dos primeiros escravos no Estado do Pará através da Companhia Geral de Comércio do Grão-Pará e Maranhão para suprir a falta de mão-de-obra e das dificuldades quanto à utilização de indígenas, decorrente da pregação moral do Padre Antônio Vieira, na sua visita ao Pará, em 1653.

Há relatos de que em 1710, foram feitas experiências com o plantio de trigo nas margens do rio Xingu, talvez em decorrência da saudade dos lusitanos em consumirem pão. Em 1718 deu-se a entrada de cavalos nos lavrados de Roraima que, devido à criação extensiva de gado, fizeram com que se reproduzissem com pouca ou nenhuma participação do homem, promovendo uma seleção natural que resultou no “lavradeiro de Roraima”, constituindo-se, atualmente, em importante material genético. Em 1725, iniciou-se a criação de gado bovino nos campos de Macapá.

## O CICLO DO EXTRATIVISMO DA SERINGUEIRA

A descoberta do processo de vulcanização da borracha, em 1839, por Charles Goodyear e a invenção do pneumático para bicicletas efetuada por John Boyd Dunlop, em 1888, e a nascente indústria automobilística transformaram a borracha em um importante insumo industrial. Isso fez com que os estoques de seringais nativos da Amazônia se tornassem motivo de interesse de capitalistas nacionais e estrangeiros, especialmente de firmas inglesas. A transformação da borracha em um recurso econômico conduziu



a uma economia totalmente dependente de importações.

Várias iniciativas foram importantes para viabilizar o extrativismo da seringueira, destacando-se a concessão a Visconde de Mauá, em 1852, para a implantação do serviço de navegação a vapor no rio Amazonas. A falta de mão-de-obra, insumo básico para o extrativismo da seringueira, teve no atrativo da riqueza fácil, induzindo o deslocamento de grandes contingentes nordestinos para a Amazônia, que se acentuou com a grande seca no Nordeste no período de 1887-1890.

O estabelecimento de mecanismos de apropriação do excedente econômico dos seringueiros fizeram com que o espaço geográfico representado pelo estoque de seringueiras passasse a ser controlado pelas famílias detentoras de poderes político e econômico, como muito bem descreveu Euclides da Cunha na sua viagem à Amazônia durante o ano de 1905.

O fausto da borracha permitia a construção de obras suntuosas, como o Teatro da Paz, em 1878, em Belém, e o Teatro Amazonas, em 1896, em Manaus. A conexão telegráfica de Belém com o Sul do País é estabelecida em 1886 e a de Belém com Manaus, em 1896. Contudo, o fim da alegria da borracha extrativa começava a dar o primeiro sinal, com o aparecimento das primeiras quatro toneladas de borracha, proveniente de plantios do Sudeste asiático, em 1900.

A busca de novas áreas de seringueiras levaram os seringueiros a adentrarem no território boliviano, culminando com a assinatura do Tratado de Petrópolis, em 1903, nascendo o atual Estado do Acre. Em 1903, era inaugurada a Estrada de Ferro Belém-Bragança, com o objetivo de produzir alimentos para os seringais; em 1905, era iniciada a construção da Estrada de Ferro Tucuruí, para facilitar o transporte de caucho e, em 1907, era iniciada a construção da Estrada de Ferro Madeira-Mamoré e inaugurado o porto flutuante de Manaus. A economia da borracha já estava nos estertores, incapaz de competir com a borracha proveniente de plantios no Sudeste asiático. A inauguração da Estrada de Ferro Madeira-Mamoré, em 1912, revelou-se inútil, pois a economia da borracha entrava em grande crise. No período de 1887-1917, chegou a participar como terceiro produto na pauta das exportações brasileiras, vindo logo após o café e o açúcar.

## WICKHAM - A MUDANÇA DO EIXO DA HISTÓRIA

Muitos fatos históricos são imperceptíveis no momento em que estão ocorrendo. No caso da transferência das sementes de seringueira da Amazônia por Henry Alexander Wickham, em 1876, para Londres e, posteriormente,

para o Sudeste asiático, constitui um evento dessa natureza. A tentativa anterior foi realizada em 1873, sem sucesso, pelo botânico inglês James Collins. Ao proceder o carregamento das 70 mil sementes de seringueira coletadas no povoado de Boim, situado na margem esquerda do rio Tapajós, Wickham, mudou o eixo da história da Amazônia, três décadas depois. A existência de emigrantes americanos em Santarém, que tinham se estabelecido em 1867, facilitou o contato para transportar com a maior tranqüilidade, as sementes de seringueira. Os próprios brasileiros não tinham a mínima noção desse perigo, uma vez que, até na época contemporânea, isso é realizado com a maior facilidade. A fase era a procura de novas plantas de interesse econômico que eram transferidas para os jardins botânicos dos países desenvolvidos daquela época.

Em 1908, a produção de borracha extrativa da Amazônia representava 94,4% do total mundial; em 1913, a produção de borracha do Sudeste asiático alcançou a produção do vale amazônico; e, em 1918, a produção de borracha extrativa da Amazônia caiu para 10,9% do total mundial. Dois anos depois, Henry Alexander Wickham foi nomeado cavalheiro, 44 anos após a sua façanha.

Até hoje, as carpideiras amazônicas ainda lamentam a queda da economia extrativa da borracha e o crime de biopirataria praticado por Henry Alexander Wickham. Quais seriam as alternativas possíveis para a época evitar esse desastre? Bastante difíceis, pela fronteira científica e tecnológica disponível, uma vez que a idéia de desenvolver plantation iria culminar no fracasso que Henry Ford experimentou durante a sua permanência à frente do empreendimento no período 1927-1945. Evitar a saída da seringueira? Os altos preços da borracha constituiriam um atrativo que, se não fosse em Santarém, iriam ser levadas de outros locais da Amazônia sul americana. A criação das reservas extrativistas, no auge da economia da borracha, teria revertido em grandes benefícios para os seringueiros. A atual opção, de tentar reviver a economia extrativa da borracha, revela-se apenas uma medida de comprar tempo, enquanto não surgirem outras alternativas econômicas e de evitar a migração rural-urbana.

## A DÉCADA DE VINTE - A EXPERIÊNCIA DA FORD E A IMIGRAÇÃO JAPONESA NA AMAZÔNIA

No cenário regional, a economia ainda não refeita da crise da borracha, vê como uma grande solução a chegada de Henry Ford, às margens do rio Tapajós, em 1927, para efetuar o primeiro plantio racional de seringueira no País. No mapa da Amazônia publicado no livro de Paul Le Coite em 1922,

apareciam apenas três riscos mostrando a Estrada de Ferro Belém-Bragança, a Estrada de Ferro Madeira-Mamoré e a Estrada de Ferro Tucuruí. É interessante comparar com o mapa do Avanço Brasil, indicando que o processo de ocupação da Amazônia é insaciável.

A partir da assinatura do Tratado de Amizade, de Comércio e Navegação entre o Brasil e o Japão, em 1895, começaram as negociações com vistas à imigração japonesa no Brasil. A primeira leva de imigrantes para o Brasil aconteceu em 1908, para São Paulo e, a partir de 1915, começaram os estudos e negociações para a imigração japonesa na Amazônia. Isso foi concretizado em 1929, com a chegada dos primeiros 189 imigrantes japoneses em Tomé-Açu, no Estado do Pará e, em Maués, no Estado do Amazonas.

Em 1928, foram iniciados os efetivos planos para o estabelecimento das colônias japonesas em Tomé-Açu, no Estado do Pará e em Maués, no Estado do Amazonas. As atividades extrativas de castanha-do-pará e pau-rosa passaram a ganhar gradativa importância na economia regional, com a queda do extrativismo da seringueira.

O saldo principal da imigração japonesa na Amazônia foi a introdução das lavouras de juta, tendo como foco irradiador o município de Parintins, no Estado do Amazonas e, de pimenta-do-reino, no município de Tomé-Açu, Estado do Pará. A expansão da lavoura de juta, ao longo das várzeas do rio Amazonas e seus afluentes permitiu que o Brasil atingisse a auto-suficiência em 1953, retomando, contudo, novamente a condição de importadora em 1970.

A lavoura de pimenta-do-reino inaugurou a era dos NPKs na Amazônia com a utilização intensiva de fertilizantes químicos e mecanização, atingindo a auto-suficiência nacional e o início das exportações em 1956 e atingindo a condição de primeira produtora e exportadora mundial em 1982. Além dessas introduções, houve também a expansão da fruticultura, dendecultura, avicultura, além de outras atividades.

## **A DÉCADA DE TRINTA - A ECONOMIA ACOMODA-SE À CRISE DA BORRACHA**

A década de trinta completa a saga do imaginário amazônico, que serviu de relato de diversos exploradores, cientistas e escritores. Em 1800, o barão alemão Friedrich Wilhelm Karl Heinrich Alexander von Humboldt alcunharia a Amazônia como sendo o “celeiro do mundo”, que iria contrapor a do pernambucano Alberto Rangel, de “Inferno Verde”, em 1904; do clássico

“A Selva”, do escritor português Ferreira de Castro em 1930 e da “Amazônia misteriosa”, do carioca Gastão Cruls, em 1935.

A Revolução de 30 encontrou a região com os imigrantes japoneses instalando-se nos Estados do Amazonas e Pará. Em 1931, eram iniciadas as primeiras experiências de plantio de juta e, em 1933, chegavam as mudas de pimenta-do-reino trazidas de Singapura. Em 1934, o fitopatologista James Weir identificou a ocorrência do mal-das-folhas nos seringais de Fordlândia, mostrando o perigo do desenvolvimento de monocultivos em áreas tropicais, que tinham sido ignorados pelos técnicos. A vantagem da transferência de recursos genéticos é que ficam livres de seus inimigos dos seus locais de origem, razão do sucesso dos plantios das seringueiras no Sudeste asiático e de cacau, na Bahia, até o aparecimento da vassoura-de-bruxa, em 1989. Não se descarta, contudo, que algum dia, o mal-das-folhas surja nos seringais do Sudeste asiático. Um artigo ficcionista, escrito por Wade Davis, desse pesadelo biológico, foi publicado na revista *Fortune*, de leitura obrigatória dos investidores de Wall Street, edição no dia 4 de agosto de 1997. As repercussões na economia mundial seriam catastróficas.

O fato relevante dessa década foi a fundação do Instituto de Patologia Experimental do Norte, em 1936, que passou a se chamar Instituto Evandro Chagas, a partir de 1940, e a criação do Instituto Agrônomo do Norte, em 1939.

Em 1937 era colhida a primeira safra comercial de juta, no município de Parintins, Amazonas, que se tornou importante atividade econômica até a década de 70. Os tambores da guerra que vinham rufando desde a segunda metade desta década fizeram com que, em 1939, fosse desencadeada a II Guerra Mundial. Isto iria trazer profundas modificações na economia amazônica, pela ocupação dos seringais do Sudeste asiático através das tropas de ocupação japonesa, a impossibilidade de importação de fibra de juta da Índia e as restrições para a exportação de produtos da Amazônia, como a castanha-do-pará, o pau-rosa, dentre outros.

## A DÉCADA DE QUARENTA - A AMAZÔNIA NA II GUERRA MUNDIAL

O “Discurso do Rio Amazonas”, proferido em 1940 pelo Presidente Getúlio Vargas, pode ser considerado o instrumento político mais importante para a Amazônia, até àquela época, que iria refletir até à década de 50, por ocasião do seu mandato democrático. Destacam-se entre as obras getulianas na Amazônia a fundação do Instituto Agrônomo do Norte (IAN), em 1939,

o Serviço Especial de Saúde Pública (SESP), em 1942, o Banco de Crédito da Borracha S/A (BCB), em 1942, a Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Amazônia (Spvea), em 1953, o Instituto de Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), em 1952, entre os principais.

A assinatura dos Acordos de Washington, em 1942, promoveu o segundo despertar da economia extrativa da seringueira que durou até o final da vigência desse acordo, em 1947, e, novamente colocada como a grande opção amazônica, em 1988, com a idéia das reservas extrativistas.

Em 1945 deu-se a transferência dos plantios da Companhia Ford Industrial do Brasil para o governo brasileiro, encerrando-se a malograda experiência iniciada em 1927. A entrada do Instituto Agrônomo do Norte, em 1948, no processo de produção de sementes de juta em Alenquer e Monte Alegre garantiu a expansão dessa cultura nas várzeas amazônicas. Em 1948 era dado início à sistematização das várzeas do rio Guamá, como alternativa para a colonização sistemática e para a produção de alimentos. Os principais resultados desta década referem-se à ampliação sobre o conhecimento botânico, limnologia, tecnologia e cultivo da seringueira e produção de sementes de juta. No cenário internacional, o espectro da fome rondava diversos países dos continentes africano e asiático, revivendo o fantasma malthusiano. É nesse sentido que o aproveitamento das várzeas amazônicas para a produção de alimentos revive a frase humboldtiana de “celeiro do mundo”.

A crise no abastecimento de carne fazia com que esta fosse transportada por via aérea de Goiás para abastecer Belém. A expansão da pecuária, a partir do final da década de 60, ao contrário da crítica acadêmica, como decorrente do bel-prazer dos pecuaristas, está fortemente associada a uma grande demanda reprimida desse produto.

## A DÉCADA DE CINQUENTA - A CRIAÇÃO DA SPVEA

A grande novidade desta década está relacionada com os trabalhos de colmatagem realizados em Maicuru, apoiados nas pesquisas desenvolvidas por Harald Sioli, que divulgou dois clássicos trabalhos sobre limnologia e sedimentação na várzea do rio Amazonas. Esses trabalhos apoiaram a idéia de construção dos canais de colmatagem de Maicuru. Felisberto Cardoso de Camargo calculava que a quantidade de sedimentos em suspensão variava de 50 a 200 gramas/m<sup>3</sup> de água. Como a vazão do rio Amazonas é da ordem

de 16 milhões de metros cúbicos/dia e a capacidade transportadora de sedimentos de 200 gramas/m<sup>3</sup>, Camargo estimava que 3 milhões de toneladas de sedimentos, de alta fertilidade, eram despejadas diariamente no Oceano Atlântico. Estes trabalhos perduraram durante o período 1951-1953.

Depois da perda da competição do extrativismo da seringueira pelos plantios racionais, no Sudeste asiático, houve o breve despertar da economia extrativa por ocasião da II Guerra Mundial, a economia da seringueira iria sofrer novo baque com o início das importações de borracha em 1951. A partir desse ano, as importações foram contínuas e crescentes, respondendo por mais de três quartos do consumo doméstico.

Felisberto Cardoso de Camargo, o polêmico diretor do IAN, antes de deixar o cargo no final de 1952, protagonizou um grande feito ao conseguir introduzir 31 cabeças de gado Red-Sindi, de Karachi, Paquistão, contrariando todo aparato burocrático e estratégico. Em 1952, era realizada a primeira exposição de gado no arquipélago de Marajó, culminando a epopéia da introdução de búfalos por Vicente Chermont de Miranda, em 1882.

A criação da Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Amazônia (Spvea), em 1953, em uma tentativa de imitar a experiência da Tennessee Valley Authority, fundada em 1933, na bacia do rio Mississipi, antecedeu as experiências sobre planejamento regional no País, por ironia, que teria como sua obra mais importante, a abertura da rodovia Belém-Brasília em 1960. A “civilização da várzea” entrava em evidente conflito com a “civilização da terra firme” que começava a ganhar importância na Amazônia.

Alguns eventos marcaram esta década, tais como a instalação da Indústria e Comércio de Minérios S.A. (Icomi), a auto-suficiência em fibra de juta e a maior enchente do rio Amazonas, todas no ano de 1953. A instalação do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia e a formatura da primeira turma de agrônomos da Escola de Agronomia da Amazônia, ambos em 1954, reforçaram o interesse pela pesquisa e a formação de recursos humanos para a Amazônia.

Em 1956 era efetuada a primeira exportação de pimenta-do-reino no Estado do Pará e, em 1957, aparecia o *Fusarium solani* f. sp. *piperis* nos pimentais de Tomé-Açu, sem efetivo controle até os dias atuais. A criação da Universidade Federal do Pará e da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (Ceplac) na Bahia, em 1957, o interesse pelo plantio de seringueiras na Amazônia e a descoberta de matriz de cupuaçu sem caroço no município de Cametá, Pará, em 1959, foram alguns dos eventos que marcaram o final desta década.

Em resumo, as principais conquistas agrícolas desta década referem-se à experiência da colmatagem em Maicuru, no Baixo Amazonas, à introdução do gado Red-Sindi, às pesquisas nas várzeas, óleos vegetais, estudo químico das plantas amazônicas, introdução de pastagens, da descoberta de matriz de cupuaçu sem caroço, seleção de espécies de timbó, cultivos de juta para fibra e para semente, cultivo da seringueira e tecnologia da borracha, levantamento de solos e coletas botânicas, entre os principais.

## A DÉCADA DE SESSENTA - O INÍCIO DA ABERTURA DE RODOVIAS

A inauguração da rodovia Belém-Brasília e da cidade de Brasília, no dia 21 de abril de 1960, foram os maiores acontecimentos para a Amazônia desde a implantação do serviço de navegação a vapor, em 1852. As conseqüências da quebra da dependência do transporte marítimo de Belém com o Sul do País foram a de destruir a incipiente indústria local, a competição de diversos produtos agrícolas produzidos no Centro-Sul, o início das correntes migratórias em direção à Amazônia, a ocupação das terras marginais das rodovias abertas para a pecuária, entre outros. Iniciava-se na Amazônia, a Marcha para o Oeste, da ocupação da fronteira americana, que se ampliou na década de 1970, com a abertura da rodovia Transamazônica. A entrada da ferrugem do cafeeiro, identificado na Bahia, em 1969, pelo fitopatologista Arnaldo Gomes de Medeiros e da grande geada ocorrida no Estado do Paraná, iria induzir a expansão de plantios de café, na Transamazônica (Pará) e em Rondônia.

A proposta da construção da megabarragem, no rio Amazonas, em Óbidos, Pará, pelo futurólogo Herman Kahn, em 1966, constitui o indicativo das grandes propostas que iriam ser colocadas em execução nas décadas seguintes.

No campo da pesquisa, a criação do embrião do futuro Instituto de Desenvolvimento Econômico Social do Pará (Idesp), em 1961, que seria fechado em 1999, prestou grande contribuição até o final da década de 1980, não conseguindo a sua sobrevivência frente aos novos desafios que surgiram.

A fundação da Companhia Amazônia Têxtil de Anigem (Cata), em Belém, em 1962, testemunhou o auge da expansão da produção de fibras de juta e malva na Amazônia, que entraram em processo de declínio a partir do final da década de 1980. Em 1963, o governo japonês iniciava a colaboração técnica com o Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária do Norte (Ipean) visando apoiar os colonos japoneses estabelecidos na Amazônia.

A Revolução de 31 de Março de 1964 trouxe profundas modificações à ocupação da Amazônia com a criação da Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (Sudam) e do Banco da Amazônia S/A (Basa), em 1966, e da Superintendência da Zona Franca de Manaus (Suframa) em 1967. No cenário agrícola, a implantação de grandes projetos agropecuários incentivados passou a se concentrar no sul do Pará e no norte de Mato Grosso. Em 1965, iniciavam-se as atividades da Associação de Crédito e Assistência Rural (Acar), no Pará e, em 1966, no Estado do Amazonas.

A criação da Superintendência da Borracha (Sudhevea) e da Taxa de Organização e Regulamentação do Mercado de Borracha (TORMB), no mesmo decreto em 1967, permitia a cobrança de 5% ad valorem da borracha importada, garantindo o fundo para gerir as atividades relacionadas com a produção de borracha vegetal no País, visando buscar a sua auto-suficiência. Era um evidente conflito, uma vez que os fundos para expandir a produção de borracha natural eram provenientes de percentual do valor da borracha importada. Em 1965, a Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (Ceplac) começou a sua atuação no Estado do Pará, visando desenvolver a coleta de germoplasmas de cacau nativo da Amazônia para dar apoio aos plantios de cacau na Bahia e no mundo. A realização da I Conferência Nacional da Castanha-do-Pará, em 1967, mostrava o início do sintoma de desagregação dessa atividade no Pará.

Durante o ano de 1968, destacou-se a criação da Associação dos Empresários da Amazônia (AEA), que exerceu enorme influência no processo de ocupação da Amazônia, o início dos cultivos de dendê, no município de Benevides, através do Convênio Sudam/IRHO, dos plantios de gmelina no Projeto Jari e a abertura da rodovia Cuiabá-Porto Velho, a fundação da Sociedade de Preservação aos Recursos Naturais e Culturais da Amazônia (Sopren), a terceira ONG mais antiga do País, como alguns eventos importantes. No âmbito nacional, a erradicação de cafezais antieconômicos no Sudeste do País provocou fluxo migratório em direção à Amazônia.

A descida do primeiro homem à Lua, em 1969, marcou a conquista de um grande objetivo da humanidade. Na Amazônia, destacavam-se a criação da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), do Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária da Amazônia Ocidental (IPEAA-Oc), em Manaus, e a abertura da rodovia PA-70 conectando Marabá com a rodovia Belém-Brasília, o que deu início à quebra da oligarquia dos donos de castanhas, foram os fatos mais importantes do ano de 1969. O País mergulhou em uma tenebrosa ditadura com a promulgação do Ato Institucional 5, no final de 1968.



Talvez o evento mais importante tenha sido a descoberta das fabulosas jazidas da Província Mineral de Carajás, em 1967, que provocou as maiores transformações econômicas, sociais e políticas a partir da década de 1980. Um presente da Natureza, motivo de cobiça internacional.

As principais conquistas tecnológicas durante a década de 1960 estão relacionadas com a cultura da seringueira, feijão caupi, pimenta-do-reino, mandioca, produção de sementes de juta, dendê e pastagens. Os avanços na área científica referem-se à ampliação do conhecimento sobre os solos e botânica na Amazônia.

## A DÉCADA DE SETENTA - OS GRANDES DESMATAMENTOS NA AMAZÔNIA

Em 1970 inicia-se, com a importação da fibra de juta que tinha alcançado a auto-suficiência nacional em 1953, a entrada da ferrugem do cafeeiro na Bahia, a introdução do mamão hawai, de consumo individual, a grande seca no Nordeste, que seria o estímulo para a abertura de grandes eixos rodoviários na Amazônia, o início das pesquisas com o Projeto Radam, a instalação de uma unidade da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (Ceplac), em Manaus, a criação do Núcleo de Altos Estudos Amazônicos (Naea) e a fundação da Amazônia Mineração S/A (AMZA), destinada a implantar e operar o Projeto Ferro Carajás. Era o Brasil Grande, em marcha, em cujos porões da ditadura desconheciam-se os mínimos direitos humanos e valores morais.

Tentativas de proceder a descorticação mecânica na cultura da juta, a entrada da cultura da malva nas várzeas do Estado do Amazonas, a criação do Programa de Redistribuição de Terras e Estímulo à Agroindústria do Norte e Nordeste (Proterra), os preparativos para deslanchar o maior programa de colonização na Amazônia, a instalação do escritório do IICA-Trópicos e a criação do curso de engenharia florestal na Escola de Agronomia da Amazônia, foram alguns eventos importantes em 1971.

A inauguração da rodovia Transamazônica, a criação do Programa de Incentivo à Produção de Borracha Vegetal I (Probor I), para a implantação de 18 mil hectares de seringais de cultivo na Amazônia e Bahia, a criação da Embrapa, a implementação da Lei dos Sucos, a guerrilha do Araguaia, a fundação da International Pepper Community e a entrada em órbita do primeiro satélite Landsat, podem ser considerados como os fatos de destaque em 1972.

A crise do petróleo, a instalação da Embrapa, que revolucionou a pesquisa agrícola no País, a implantação de grandes projetos de colonização em

Mato Grosso, que daria origem a diversas cidades como Sinop e Alta Floresta, a criação do Projeto Agroindustrial Canavieiro Abraham Lincoln, no atual município de Medicilândia, a criação do curso de medicina veterinária na Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, são os eventos mais importantes em 1973. Nesse mesmo ano ocorreu, também, a inauguração da rodovia Tomé-Açu-Belém e o asfaltamento da rodovia Belém-São Luís e a instalação da primeira fábrica de motosserras no País, permitindo aumentar a produtividade da mão-de-obra no processo de derrubada em 700%.

As descobertas de Frank Sherwood Rowland e Mario Molina, em 1974, de que as substâncias utilizadas em aerossóis e sistemas de refrigeração - os clorofluorcarbonos - destroem a camada de ozônio e que levaram-no ao Prêmio Nobel de Química em 1995, começaram a questionar os grandes desmatamentos na Amazônia. A comunidade acadêmica na Amazônia foi praticamente omissa com relação à ocupação desordenada e aos desmatamentos, na sua fase inicial, justificando-se, inclusive, a pecuária, como modelo ideal, em face da escassez de mão-de-obra e da abundância de terra e da estratégia militar de ocupar o vazio demográfico. A lógica atual é o inverso: preservar o vazio.

A criação do Programa de Pólos Agropecuários e Agrominerais da Amazônia (Polamazônia), do Instituto de Fomento à Produção de Fibras Vegetais da Amazônia (Ifibram) visando aumentar a produção de fibras de juta e malva em face do aumento do custo de fios sintéticos com a crise do petróleo e do Instituto Experimental Agrícola Tropical da Amazônia (Inatam), o asfaltamento da rodovia Belém-Brasília e a inauguração do trecho Itaituba-Humaitá, da rodovia Transamazônica, constituíram fatos históricos regionais importantes em 1974.

A criação do Projeto de Melhoramento de Pastagens da Amazônia Legal (Propasto), em 1976, que perdurou até 1982, com recursos do Basa/Polamazônia, foi o alerta quanto à degeneração das pastagens que começava a surgir. O lançamento das Diretrizes para a Expansão da Cacauicultura Nacional (Procacau) permitiu que no período de 1976-1985, mais de 100 mil hectares de cacau fossem implantados na Amazônia. Em 1976 foi dado início ao Programa Nipo-Brasileiro de Cooperação para o Desenvolvimento Agrícola da Região do Cerrado (Prodecet), que levou o País à posição de segundo produtor mundial de soja e a entrada dessa cultura na Região Norte, em 1995.

Em 1976, foi dado início à construção da Hidrelétrica de Tucuruí, a realização do Primeiro Empate, em Brasiléia, Acre, no Seringal Carmem e da inauguração da fábrica de extração de óleo da Denpasa.

O Probor II foi lançado em 1977 visando à implantação de 120 mil hectares de seringais de cultivo, bem como o primeiro plantio de soja em Balsas, Maranhão, à inauguração da rodovia BR-174 ligando Manaus-Caracará e à criação da Associação Brasileira de Exportadores e Produtores de Pimenta-do-reino (ABEP).

O desmatamento da Amazônia era pouco mais de 15 milhões de hectares (1978) contrastando com mais de 57 milhões de hectares (1999), mostrando a velocidade desse processo. A Jari trazia do Japão uma plataforma de força e uma plataforma com a fábrica de celulose, em 1978. O Tratado de Cooperação Amazônica é assinado e ocorre a visita dos Príncipes Akihito e Michiko, a proibição do abate de açazeiro e a produção de malva é o dobro da produção de juta e, em 1983, alcança o triplo, no Estado do Amazonas.

Em 1979, o Ministro da Agricultura Antônio Delfim Neto colocava como prioridade da sua pasta “encher a panela do povo”. A Jari iniciava a produção de celulose.

O início das atividades do Convênio com a Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), em 1979, relacionado com a utilização e conservação de solos na Amazônia, indicava o prenúncio da cooperação científica internacional, na Amazônia, nos anos futuros.

As conquistas tecnológicas mais importantes desta década foram a introdução do mamão hawai e de melão, da recuperação de pastagens degradadas, introdução de novas pastagens, dos primeiros plantios comerciais de soja no Maranhão, pesquisas com a cultura pimenta-do-reino, cacau e seringueira, produção de sementes de malva, do protótipo de descorticeira de juta, entre os principais. Destaca-se como transferência de tecnologia, a implantação das plataformas de força e de celulose, e de plantios de arroz irrigado em grande escala, ambos no Projeto Jari e de beneficiamento de dendê. No campo científico destacam-se as pesquisas sobre recursos naturais desenvolvidos pelo Projeto Radam, da sistematização do conhecimento botânico das frutas nativas na Amazônia e da safra de pesquisas dos brazilianists sobre a colonização na Transamazônica.

## A DÉCADA DE OITENTA - O ASSASSINATO DE CHICO MENDES

O acontecimento mais importante desta década foi o assassinato do líder sindical Chico Mendes, em 22 de dezembro de 1988. Até então, as questões ambientais na Amazônia estavam sendo consideradas como simples rotina

burocrática e de intimidação por parte daqueles que se sentiam prejudicados. A repercussão do assassinato em nível internacional colocou na parede o governo brasileiro e, aqueles que consideravam a questão ambiental como mera peça de retórica tiveram de mudar a sua postura.

Sem dúvida, o ano de 1988, serviu como divisor de águas para a Amazônia. O lado negativo decorreu da importância da pressão internacional para modificar as políticas internas do País e, do mimetismo que passou a prevalecer nas políticas públicas e a Amazônia como uma mercadoria de troca.

A implantação do Programa Grande Carajás, em 1980, mostra a predominância que o extrativismo mineral passou a exercer na economia regional, culminando com a inauguração da Hidrelétrica de Tucuruí, em 1984, e da Estrada de Ferro Carajás e da entrada em funcionamento da fábrica de alumínio da ALBRAS, ambos em 1985. A transformação da região amazônica de importância regional, para um contexto nacional e internacional, decorrente das riquezas minerais, levou o governo federal a criar o Grupo Executivo de Terras do Araguaia-Tocantins (Getat) e o Grupo Executivo de Terras para a Região do Baixo Amazonas (Gebam), em 1980.

Em 1980 ocorreu a descoberta dos garimpos de Serra Pelada, concentrando na sua cava mais de 80 mil garimpeiros e a descoberta da pepita Canaan, com 62 kg, em 1986. Em 1980 ia ao ar o primeiro programa do Globo Rural, marcando nova forma de difusão de tecnologia, entrando diretamente na casa do produtor. A revista Globo Rural foi lançada em 1985, na esteira do sucesso do programa televisionado, bem como outras revistas agrícolas e de programas agrícolas na TV. Os trabalhos sobre a inter-relação entre os peixes herbívoros e peixes carnívoros detectados em 1980, por Michael Goulding, alertam sobre o perigo de uma colonização sistemática nas várzeas amazônicas.

Em 1981, era lançado o Programa de Incentivo à Produção de Borracha Vegetal III (Probor III), com a ambiciosa proposta de formação de 250 mil hectares de seringais de cultivo. Nesse mesmo ano era implantado o Programa Integrado de Desenvolvimento do Noroeste do Brasil (Polonoroeste), financiado pelo Banco Mundial, o que foi motivo de pedido de desculpas do presidente do Banco Mundial, em 1999, pela destruição provocada na Amazônia.

A fundação da Associação das Indústrias Exportadoras de Madeiras do Estado do Pará (Aimex), a fabricação do guaraná em pó solúvel, a realização do encontro internacional de pimenta-do-reino em Belém e a distribuição de mudas de pimenta-do-reino Panniyur, trazidas da Índia, em 1976, foram outros fatos importantes do ano de 1981.

O domínio das técnicas de produção de mudas e da enxertia de castanha-do-pará levaram à realização do I Simpósio Nacional da Castanha-do-brasil, promovido pela Sudam, em 1982. Ocorreu, também, nesse mesmo ano, a nacionalização do Projeto Jari, repetindo a experiência da Companhia Ford Industrial do Brasil.

Em 1982 foi dado início às atividades da Agropalma S.A., considerando-se, atualmente, o maior plantio de dendê no País e, a produção de pimenta-do-reino do Estado do Pará, fez com que o Brasil alcançasse a posição de primeiro produtor e exportador mundial desse produto. Em 1982 era concluído o estudo conduzido pela Organização dos Estados Americanos (OEA) sobre a bacia do rio Araguaia-Tocantins, antecedendo a incorporação dessa imensa área na produção de soja na década de 1990.

A montagem de uma descorticeira de juta, com o apoio da Jute Agricultural Research Institute, da Índia, a realização do I Simpósio Brasileiro do Guaraná, em Manaus, da expedição Jacques Ives Cousteau e o movimento de protesto dos canavieiros em Medicilândia, foram os acontecimentos mais importantes do ano de 1983. A cultura da juta começava a dar os primeiros sinais de sua decadência e a crise dos canavieiros em Medicilândia continua de maneira cíclica, repetindo em 1999, com o seqüestro de vários deputados estaduais.

A Superintendência da Borracha (Sudhevea) encerrava o ciclo de seminários iniciado em 1972 em Cuiabá e, o último, em 1984, em Salvador, sem conseguir atingir as metas propostas, e que levaria à sua extinção em 1989. Em 1984, era dado início ao curso de mestrado em Agricultura Tropical e Recursos Hídricos na Faculdade de Ciências Agrárias do Pará e nascia o Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST), que na década de 1990, passou a ocupar o cotidiano das invasões no sudeste paraense.

A pesquisa sobre a origem das chuvas na Amazônia, afirmando que 50% são provenientes do vapor d'água do oceano Atlântico e outra metade da transpiração da floresta, foi a grande novidade científica de 1985. O tratamento científico sobre as conseqüências do desmatamento da Amazônia, que tinha sido alertado desde 1974, passou a ser discutido em todos os seminários relacionados à Amazônia.

Em 1985 foi realizado o I Encontro Nacional dos Seringueiros, na Universidade de Brasília, culminando as pressões que se acentuaram nos anos seguintes, como uma maneira de frear o desmatamento na Amazônia.

A descoberta dos poços de petróleo e gás na região de Urucu, a entrada em operação dos vagões de passageiros da Estrada de Ferro Carajás, a criação da União Democrática Ruralista (UDR), o lançamento do Plano Cruzado e

a fundação do Instituto de Estudos Amazônicos, foram os acontecimentos marcantes do ano de 1986.

As pressões dos ambientalistas fizeram com que o governo federal criasse a modalidade de Projeto de Assentamento Extrativista, em 1987. Nesse ano foi criada a Fundação de Tecnologia do Acre (Funtac) como órgão responsável pela política florestal e da implantação das Reservas Extrativistas.

As pressões sobre o desmatamento na Amazônia aumentaram no cenário internacional, levando o presidente Sarney Costa a criar o “Programa Nossa Natureza”, em 1988, antes do assassinato de Chico Mendes. Novas formas de gestão ambiental e de apoio aos pequenos produtores levaram à criação do Centro Agroambiental de Tocantins (CAT), da Fundação Agrária do Tocantins (Fata), ambos em Marabá, e do Projeto de Reflorestamento Econômico, Consorciado e Adensado (Reca), na divisa entre os Estados do Acre e Rondônia.

O ano de 1989, em decorrência das pressões internacionais, seria marcado por grande reestruturação dos órgãos afetos à questão ambiental na Amazônia, com a criação do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama). No sentido oposto, a Associação dos Empresários da Amazônia (AEA) promoveu uma reunião em Manaus, onde passou a assumir uma postura defensiva, em face do desgaste sofrido com os desmatamentos na Amazônia.

O aparecimento da vassoura-de-bruxa nos cacauais da Bahia, a criação do Fundo Constitucional de Financiamento do Norte (FNO), a inauguração da Ferrovia Norte-Sul, no trecho Açailândia a Imperatriz, das Hidrelétricas de Samuel e de Balbina, foram fatos importantes do ano de 1989. Em Marabá, o Laboratório Sócio-Agrônomo do Tocantins (Lasat) iniciou suas atividades.

A década de 1980 foi marcada por diversos progressos tecnológicos e científicos na agricultura. No campo tecnológico merecem destaque as tecnologias relativas à produção de guaraná em pó solúvel, do chocolate com amêndoas de cupuaçu (cupulate), à domesticação parcial do guaraná, às técnicas de produção de mudas e enxertia da castanha-do-pará, ao lançamento de cultivares de pimenta-do-reino, ao protótipo de descorticateira de juta, bubalinos, como as conquistas mais importantes. No campo científico, as pesquisas relacionadas com a destruição da floresta amazônica e o clima global passaram a chamar a atenção dos cientistas, a relação entre os peixes herbívoros e carnívoros e os ecossistemas de várzeas, a avaliação das áreas desmatadas, da origem das chuvas que caem na Amazônia, a importância dos produtos não-madeireiros, como os eventos de destaque da década.

## O FINAL DO MILÊNIO - O CRESCIMENTO DOS MOVIMENTOS SOCIAIS

Na década de 90, os desmatamentos na Amazônia persistiram em manter a sua cota anual de destruição, agravada pelo incêndio florestal em Roraima, em 1998. Na área ambiental, a realização da United Nations Conference on Environment and Development (RIO 92), no Rio de Janeiro, em 1992, o anúncio do PPG-7, em 1990, destinando verbas para a proteção de florestas tropicais e a assinatura do Protocolo de Kyoto, em 1997, constituem, os fatos históricos mais importantes dessa década, com profundos reflexos na Amazônia. O estabelecimento do programa Brasil em Ação, em 1996, e do Avança Brasil, em 1999, o transporte da primeira carga de soja pela Hidrovia do rio Araguaia, em 1995, e a inauguração da Hidrovia do rio Madeira, em 1997, evidenciam o conflito das políticas de desenvolvimento na Amazônia e o meio ambiente. O massacre dos 19 integrantes do MST, em Eldorado dos Carajás, em 1996, mostra a gravidade do problema fundiário e moral do País.

Em 1990, a fundação do Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (Imazon), da Rede Brasileira Agroflorestal (Rebraf), a regulamentação das reservas extrativistas e a produção dos seringais plantados suplantam a do extrativismo. Há uma proliferação de seminários sobre a Amazônia, sendo dado início à série de Simpósio do FOREST '90, realizado em Manaus, que vai perdendo seu impulso até o FOREST' 99, realizado em Belo Horizonte. Há um esvaziamento dos seminários críticos sobre a Amazônia e mais interessados em soluções e o nascimento de uma postura nacionalista e de desconfiança por parte da sociedade quanto ao papel das ONGs, setor público e da inserção internacional.

A criação do Grupo de Trabalho Amazônico (GTA), em 1991, passou a influenciar as políticas públicas da Amazônia, a transformação das unidades da Embrapa sediadas na Amazônia, em centros de pesquisa agroflorestal, a criação do Movimento Pela Sobrevivência da Transamazônica (MPST) e o início das pesquisas do Projeto Shift, constituem os fatos mais importantes.

No ano de 1992 o País sofreu a crise institucional decorrente do impeachment do presidente Fernando Collor. Em 1994, a remessa de sementes de seringueira em face do Acordo Embrapa/IRRDB para a Malásia foi feita sob grande protesto na imprensa nacional. Seria a sexta remessa oficial (1942, 1951/1952, 1966, 1980, 1981 e 1994), após o carregamento efetuado por Henry Alexander Wickham. A biopirataria passou a assumir uma preocupação da imprensa nacional, que foram os primeiros a chamar a atenção para a gravidade desse problema na Amazônia.

No âmbito institucional, a criação do Ministério do Meio Ambiente e da Amazônia Legal, em dezembro de 1993, com a indicação do diplomata Rubens Ricúpero, permanece com essa denominação, até dezembro de 1998, com o final da gestão do Ministro Gustavo Krause. Sinaliza a preocupação do governo brasileiro ante as pressões internacionais sobre a Amazônia.

As pesquisas da paleontóloga norte americana Anna Curtenius Roosevelt, sobre a presença dos paleoíndios na Caverna da Pedra Pintada, município de Monte Alegre, Pará, foi a sensação científica do ano de 1995. A criação do Fundo Estadual de Ciência e Tecnologia (Funtec), em 1995, representou um grande avanço para as instituições de pesquisa no Pará. Iniciado no ano anterior, a implantação de editais competitivos para programas de pesquisa marcou novo direcionamento das prioridades, de interesse dos órgãos financiadores e com forte viés internacional. A criação do Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM), do Programa Pobreza e Meio Ambiente na Amazônia (Poema), do Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá (IEPA) e do início do Curso de Doutorado em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido no Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, foram outros avanços de 1995. No resgate dos valores morais, o reconhecimento da primeira comunidade quilombola em Oriximiná, Pará, foi outra conquista em 1995.

Em 1996, as pressões sobre o desmatamento da Amazônia levaram o governo a editar a Medida Provisória 1511, estabelecendo aumento de 50% para 80% das áreas passíveis de preservação, bem como modificações no Imposto Territorial Rural (ITR). Nesse ano foi criada a comissão externa da Câmara dos Deputados para averiguar à aquisição de terras e serrarias brasileiras pela madeireiras asiáticas, a instalação da Champion no Amapá e da Companhia de Promoção Agrícola (Campo), em Conceição do Araguaia e, em 1999, em Marabá.

Em 1997, alguns eventos que tiveram importância para a região amazônica podem ser destacados, como a privatização da Companhia Vale do Rio Doce (CVRD), a entrada em vigor do Sistema de Vigilância da Amazônia (Sivam), a instalação da comissão para investigar a biopirataria, a regulamentação da lei de cultivares, o início do primeiro plantio de pimenta longa, em Rondônia e no Pará e as colheitas comerciais de soja em Paragominas, Redenção e em Santarém. A rápida difusão da internet, representaria nos anos seguintes um avanço no processo de comunicação e de difusão de conhecimentos científico e tecnológico.

O estímulo ao extrativismo da seringueira, com subsídios para os próximos oito anos, o lançamento da pedra fundamental do Centro de



Biotecnologia da Amazônia (CBA) e a entrada em operação da Companhia Refinadora da Amazônia, da Agropalma S/A, encerramento das atividades da Indústria e Comércio de Minérios S.A. (Icomi) e a seleção das propostas do Experimento de Grande Escala da Atmosfera-Biosfera (LBA), foram outros destaques de 1997. A promulgação, pelo Ibama, da Portaria 108, permitindo a derrubada de castanheiras mortas e desvitalizadas em São Geraldo do Araguaia e em Eldorados dos Carajás, promoveu uma grande destruição desse recurso.

Em 1998 iniciou-se a construção do Centro de Biotecnologia da Amazônia em meio a grande debate nacional sobre a biopirataria na Amazônia e a transmissão da energia de Tucuruí para a parte oeste do Pará, que foram os principais destaques.

A chegada de uma caravana de 75 caminhões carregados com 2.000 t de soja vindos do Estado de Mato Grosso após percorrer 1.100 km e embarcados no porto de Itaituba, em maio de 1999, com destino ao porto de Itacoatiara e com destino à China, constituiu o prenúncio da construção dos grandes eixos de desenvolvimento para a Amazônia.

A construção de diversas hidrovias na Amazônia, tais como a Hidrovia do Marajó e do Araguaia, tiveram suas obras e audiências públicas embargadas pelo Ministério Público Federal, durante o ano de 1999. A discussão sobre a expansão da soja na Amazônia passou a se constituir em foco de conflito entre os defensores dessa cultura na Amazônia e aqueles preocupados com as conseqüências da expansão dessa cultura, a exemplo da pecuária.

No campo da agricultura, as maiores conquistas tecnológicas desta década foram o estabelecimento das práticas de manejo florestal, o reconhecimento da importância dos produtos extrativos não-madeireiros, a entrada da soja na Região Norte, sistemas agroflorestais, lançamento de cultivares de urucum, jambu, arroz, a domesticação da pimenta longa, clones de guaraná, do protótipo da trituradora de capoeira, entre os principais. No setor produtivo refletiu-se na expansão dos plantios de dendê, fruteiras (acerola, maracujá, abacaxi, goiaba, cupuaçu, pupunha, açaí, etc.), soja, reflorestamento, como os mais importantes. No campo científico relacionado à agricultura, destacam-se o avanço das pesquisas com a pequena produção e do setor madeireiro, da economia extrativa e das inter-relações ecológicas da floresta e da vegetação secundária.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A região amazônica, ao longo dos últimos quatro séculos, passou por diversas experiências de desenvolvimento. De 1730 até a Independência do Brasil, o extrativismo do cacau, como *staple economy*, respondia por mais da metade do valor das exportações do então Estado do Maranhão e Grão-Pará, quando perdeu a competitividade para os plantios da Bahia, iniciados em 1746. O extrativismo da seringueira, viabilizado a partir da descoberta do processo de vulcanização por Goodyear, em 1839, e da sua utilização como pneumáticos por Dunlop, em 1888, chegou a participar como terceiro produto na pauta das exportações brasileiras, enquanto cresciam as seringueiras levadas por Henry Wickham, em 1876, para o Sudeste asiático.

Em 1927 iniciou-se a primeira tentativa de domesticação da seringueira por Henry Ford, nas margens do rio Tapajós, cujo fracasso pode ser creditado à falta de tecnologia, apesar das inovações tecnológicas introduzidas em termos de infra-estrutura. No final da década de 20, iniciou-se a imigração japonesa, introduzindo a juta nas várzeas de Parintins, Estado do Amazonas e a pimenta-do-reino, nas áreas de terra firme, em Tomé-Açu, Estado do Pará, iniciando a agricultura na Amazônia.

A abertura da rodovia Belém-Brasília, em 1960, marcou novo indicador sobre a Amazônia, onde a “civilização das várzeas” mudou para a “civilização da terra firme”. A ocupação para o Centro-Oeste, decorrente da fundação de Brasília, no governo Kubitschek, ampliou o processo de ocupação que já vinha ocorrendo desde a década de 1950, da expansão da pecuária ao longo do vale do rio Araguaia, por tradicionais pecuaristas paulistas.

A criação de incentivos fiscais, em 1966, favoreceu a expansão da pecuária entendida como a melhor forma de ocupação, que combinava com a escassez de mão-de-obra e a abundância de terra. O desencadeamento do programa de colonização, em 1971, iniciando-se com a abertura da rodovia Transamazônica, colocou a região como válvula de escape para os problemas do País. Dois pólos opostos de ocupação passaram a dominar a região amazônica: a “civilização da Sudam” de megaprojetos pecuários, tendo como área principal o sudeste do Pará e o norte de Mato Grosso e a “civilização do Incra”, em Rondônia e na Transamazônica, no trecho paraense. Estes dois processos mostraram a capacidade governamental de cumprir metas estabelecidas sem se importar com os custos sociais ou ambientais.

O modelo de desenvolvimento do Incra e da Sudam tiveram gradativo esvaziamento a partir da década de 1980, com o aparecimento de novos programas governamentais, como o Programa Grande Carajás, o início das

questões ambientais e da abertura política no País. O cansaço do modelo oficial deu surgimento ao processo de ocupação natural, com maior virulência e descontrolado, ocupando áreas indígenas e invasões de propriedades, onde o Estado passou a gerenciar fatos consumados, para determinadas áreas espaciais, como o sudeste paraense, Rondônia, Roraima, entre os principais.

A exploração das reservas de manganês no Estado do Amapá, a partir de 1957, marcou a nova postura da modernização tecnológica na Amazônia, associados a capitais internacionais, procederam a viabilização da extração e o transporte de matéria-prima para os centros industrializados até o seu esgotamento em 1997. O Programa Grande Carajás, a partir da década de 1980, acoplado a um conjunto de investimentos em infra-estrutura constitui a mais recente experiência de desenvolvimento baseado no extrativismo mineral. A magnitude dos estoques de recursos minerais a baixo custo, de evitar problemas ambientais do processo de beneficiamento nas economias centrais, induzirão à instalação de atividades eletrointensivas na Amazônia. É o que acontece, por exemplo, com o beneficiamento da bauxita, para a produção de alumínio, onde 79% do custo final de produção é o da energia elétrica, daí a razão principal para a construção da Hidrelétrica de Tucuruí.

A exploração mineral capital intensiva, visando o aproveitamento de imensos estoques de recursos minerais deverá ser o carro chefe da economia amazônica. Uma indicação desta tendência pode ser exemplificada pela mudança da base produtiva do Estado do Pará: em 1975, as exportações de pimenta-do-reino representavam 35,02% do valor das exportações e, em 1999, representaram 3,60% e os minerais metálicos e não-metálicos, 75,68%.

## A REAVALIAÇÃO DO MODELO DE DESENVOLVIMENTO

O assassinato do líder sindical Chico Mendes, em 22 de dezembro de 1988, constituiu um novo divisor de água para a Amazônia. As pressões, sobretudo internacionais, provocaram um redirecionamento dos rumos das políticas públicas com relação à Amazônia. Apesar de vários megaprojetos e atividades com grandes riscos ambientais serem tocadas, estas passam a ganhar nova roupagem institucional mediante o conceito de desenvolvimento sustentável, programas de compensação ecológica e como mercadoria de troca. Dessa forma, ganham prioridades o atendimento às populações indígenas e tradicionais, ao mesmo tempo em que permitem programas de expansão de soja, construção de hidrovias, hidrelétricas, entre outros. O processo de esverdeamento institucional e empresarial é acompanhado, em muitos ca-

sos, de meras ações conflitantes, denotando a dificuldade e a lentidão em se adaptar aos novos procedimentos.

Este conflito decorre da dificuldade de compatibilizar a necessidade de geração de emprego e renda, melhoria da qualidade de vida e a contínua vinda de migrantes e do crescimento populacional. O atendimento a esses compromissos maiores da população, traduzido através dos representantes eleitos são conflitantes com a mera preservação dos recursos naturais. O apelo democrático, por outro lado, é conflitante nos diversos níveis de representatividade: municipal, estadual, regional e federal. O poder federal, a partir do regime militar, sempre tem encarado a Amazônia no contexto de macropropostas nacionais, com grandes custos ambientais e tudo indica a permanência desse modelo, com a destruição humanizada. A inserção de interesses internacionais nas macropropostas nacionais tem conduzido a um alívio de injunções ambientais quando estas atendem a compromissos dos países desenvolvidos, como no setor mineral, expansão da soja, biodiversidade, entre os principais. O corolário foi o enfraquecimento de unidades regionais de planejamento como a Sudam, o Basa e a Suframa, decorrente do processo democrático em atender as reivindicações locais e do interesse do poder central em inserir a Amazônia nos contextos nacional e mundial.

A modernização tecnológica no setor primário da Amazônia deve caminhar na mudança do enfoque do vazio a ocupar das décadas anteriores para o vazio a preservar, com uma agricultura com características mais capital intensivo. A globalização da economia deve criar vetores de forças que induzirão à utilização parcial dos 57 milhões de hectares (1999) desmatados na Amazônia.

Um primeiro aspecto que chama a atenção refere-se à tendência à destruição humanizada do ecossistema amazônico promovido por pesados investimentos governamentais e externos de interesse de grandes capitais. A implantação dos eixos de desenvolvimento voltados para o mercado externo contrapõe com os modelos anteriores dos pólos de desenvolvimento e dos corredores de exportação, que acreditavam que apenas com a infra-estrutura anterior a pressão da demanda era suficiente para promover o desenvolvimento. A construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte, no rio Xingu, em Altamira, cancelada, temporariamente, pelas pressões internacionais após o episódio da Índia com terçado, além de outras hidrelétricas, tornarão a Amazônia como a maior exportadora de energia do próximo milênio. O início da construção da eclusa em Tucuruí e de novas hidrovias e ferrovias serão inevitáveis pelas pressões setoriais do que a de atender propostas regionais de desenvolvimento.

Estes megaprojetos em curso na Amazônia, tanto do âmbito federal como estadual, favorecidos pela luta contra a corrupção e da carência de investimentos na década de 1980, fizeram com que os investimentos públicos tivessem maior eficácia. Os governantes estão mais interessados em gerar emprego e renda, atendendo às reivindicações dos eleitores, que representam o desejo da sociedade.

Em contraste a estes megaprojetos, em decorrência da baixa sustentabilidade da agricultura de subsistência e do processo de migração rural, há uma tendência do crescimento de bolsões de pobreza rural e urbana. A incapacidade dos setores mineral e urbano, em gerar empregos em níveis razoáveis, tenderão a aumentar o apartheid social na Amazônia. As invasões de propriedades pelos integrantes do MST, além da teia de interesses políticos, colocando o Incra a seu reboque, posando suas lideranças como juizes da produtividade imobiliária, constitui a ponta deste iceberg social e do xadrez fundiário na Amazônia.

O desafio quanto ao desnível tecnológico e a existência de 600 mil pequenos produtores, que necessitam efetuar desmatamentos para garantir a sua sobrevivência, refletem o perigo das propostas essencialmente ambientalista, esquecendo-se de uma política agrícola para a Amazônia. Questiona-se quanto à validade das atuais políticas em atingir o desmatamento zero para a Amazônia e reduzir as agressões ambientais, sem uma tecnificação da agricultura e a criação de alternativas para os pequenos produtores. O pensamento comum entre os ambientalistas sobre a Amazônia, de condenar as tecnologias intensivas, pode ter um efeito contrário quanto à conservação e à preservação e conduzindo a um subdesenvolvimento sustentado para a Amazônia. Nesta tônica, propostas como a criação de reservas extrativistas e sistemas agroflorestais (SAFs) passam a ocupar papel de destaque no modelo de desenvolvimento sustentável para a Amazônia, sem muitas condições de sua viabilidade e como solução mais ampla. A deificação para a globalização, esquecendo o mercado doméstico e de substituição de importações constitui um equívoco como alternativa econômica regional.

## OS CONFLITOS DA MODERNIZAÇÃO TECNOLÓGICA

Nestes quatro séculos de ocupação da Amazônia, a base produtiva apresentou profundas transformações, conforme os recursos naturais estavam sendo explorados, esgotados e/ou perdendo a competitividade. A modernização tecnológica sempre ocorreu, procurando viabilizar o uso intensivo de

recursos naturais, quer seja na introdução do serviço de navegação a vapor, em 1852, viabilizando o extrativismo da borracha e, na década de 80, do extrativismo mineral no megaprojeto da CVRD, em função de mercados de centros mais dinâmicos da economia mundial e nacional.

Para muitas atividades produtivas, tais como o extrativismo da castanha-do-pará, da madeira, do pau-rosa, entre outros, a modernização tecnológica verificou-se em algum ponto da cadeia produtiva, mas externo à região. O dualismo tecnológico no setor produtivo é marcante em muitas atividades, notadamente da agricultura, do extrativismo da madeira e na extração de ouro. Mesmo àquelas atividades mais dinâmicas e com forte modernização tecnológica, a preocupação com os custos ambientais e o esgotamento (exaustão das reservas de manganês da Icomi, dos recursos madeireiros, etc.) não são considerados, mas apenas a conjuntura do mercado a curto prazo. Os diversos ciclos econômicos que a região experimentou, significaram prosperidade momentânea e a transferência de problemas e mazelas sociais para o próximo ciclo.

Outro aspecto desta modernização periférica relacionada à extração de recursos naturais e às exportações de matérias-primas mostra a baixa interação com outros setores da economia regional ao resto do Brasil e à própria economia global, com baixos investimentos no sentido da sua verticalização. Os benefícios econômicos e sociais têm sido bastante baixos, como se pode verificar pelos indicadores econômicos de renda per capita (superior apenas a do Nordeste) e do Índice de Desenvolvimento Humano.

Com o processo de globalização, o controle e o acesso a recursos naturais estratégicos devem-se acentuar e, com este enfoque, deve caminhar a modernização tecnológica da Amazônia no futuro. A dependência absoluta dos Estados Unido, Japão e União Européia em minerais estratégicos, contrastam com a existência de grandes estoques na Amazônia. O Brasil detém 88,3% das reservas de nióbio do planeta, segunda reserva mundial de caulim, com 14,1%, terceira de bauxita, fluorita e talco, quinta de ferro e magnesita, sexta de estanho, sétima de níquel, muitas destas, localizadas na Amazônia. A desnacionalização e a privatização da CVRD é a alienação de recursos minerais aos interesses internacionais e acoplado com isto, uma modernização tecnológica com baixo poder de integração com a economia regional e para os interesses da sociedade brasileira no futuro, em nome da suposta ineficiência do serviço público.

Acrescenta-se ainda o perigo do processo de globalização e privatização dos recursos naturais (minerais e madeireiros para grupos estrangeiros) ser acompanhado por uma modernização tecnológica que não direcione para a

sua verticalização na região, que poderá aumentar as desigualdades e a formação de economias de enclave. É o que está acontecendo, por exemplo, para o setor madeireiro, que no Estado do Pará é o terceiro produto na pauta de exportações (14,60%) com mais de 330 milhões de dólares (1997), constituída basicamente de madeira serrada. A inexistência de dinamismo para a expansão de novas atividades econômicas, que ocorre com as exportações de matérias-primas, faz com a carga de retorno tende a ocorrer com capacidade ociosa, aumentando a capacidade competitiva para as importações. Dessa forma, os erros do ciclo econômico do extrativismo vegetal tendem a se repetir no ciclo do extrativismo mineral na Amazônia.

Outra razão conectada com estes mega-investimentos na Amazônia é a de criar novos caminhos para a exportação da soja dos cerrados. Esta cultura na Amazônia Legal já atinge 1/5 da produção nacional, o seu avanço deve culminar em grandes riscos ambientais nas áreas de cerrados próximos aos eixos de desenvolvimento e nas áreas desmatadas de floresta densa, se não forem acompanhadas de programas de compensação ecológica. Os cerrados que tinham sido pouco aproveitados na Região Norte, pela baixa fertilidade de seus solos para a agricultura e pastagens, com a expansão da soja, passaram a sofrer riscos de serem derrubados e queimados.

Este cenário, induzido pelo setor mineral, traz como benefício a criação de infra-estrutura que pode abrir novas oportunidades para o setor agrícola. As atividades agrícolas intensivas no uso de mão-de-obra ou em terra, ou que não seria possível apropriar economias de escala e, àquelas concernentes ao esgotamento de determinados recursos naturais, serão alternativas para a Amazônia. A pecuária e o reflorestamento para produção de celulose e madeiras nobres, por exigirem grandes extensões de terra e da menor rigidez quanto às normas de poluição ambiental, as chances de sua expansão na Amazônia são amplas. O equilíbrio relativo entre o uso da terra para culturas anuais, perenes e pastagens, indica que a busca do modelo de SAFs ideal, implica na necessidade da redução das áreas de pastagens e na integração com as culturas anuais e perenes. O interesse das madeireiras malasianas decorrente do esgotamento das reservas naturais de madeira no Sudeste asiático indica a importância que a silvicultura representa para o futuro da região.

Muito se tem comentando sobre as opções que poderiam estar sendo reservadas na Amazônia, para uma civilização da biomassa, representada pelo valor de sua biodiversidade. Existe uma longa distância entre esta realidade, pela necessidade de pesados investimentos em ciência e tecnologia e, do provável caráter seletivo destes investimentos e de constituir nichos de mercado, idêntico para o caso das fruteiras amazônicas. A necessidade de quebrar a

oferta extrativa para assegurar o crescimento do mercado exige contínuo processo de identificação, a domesticação e o cultivo em bases racionais. A proteção de direitos intelectuais, que passa a ser incorporada por vários países, em decorrência de tratados internacionais, induz à biopirataria pelos países tecnologicamente mais avançados.

Em todas estas opções escondem-se as limitações tecnológicas e os riscos ambientais potenciais. O interesse internacional pela Amazônia, delimitando a agenda de atividades (científicas e ambientais), tem conduzido a políticas alheias das aspirações regionais e nacionais de desenvolvimento. A exigência de contrapartida nacional faz com que parques recursos financeiros, materiais e humanos sejam realocados, provocando prejuízo àquelas atividades consideradas não-prioritárias pela comunidade internacional. É ilusão supor que as soluções para os problemas da Amazônia sejam resolvidos externamente.

Os próximos anos configuram para a Amazônia, a manutenção e a criação de novas alternativas econômicas, impulsionados pelos centros mais dinâmicos do País e do exterior. As experiências de desenvolvimento do passado, passam a constituir como imagens do espelho retrovisor de um veículo em marcha acelerada, procurando apenas contornar obstáculos encontrados anteriormente. As novas formas emergentes da agricultura na Amazônia desenharam um conjunto de riscos e oportunidades conflitantes e, ao mesmo tempo, complementares, muitas vezes desconectadas no espaço e no tempo.

## AS NOVAS QUESTÕES EMERGENTES

O fortalecimento dos movimentos populares, a partir da década de 1980, tem gerado choques construtivos, indicando a necessidade de reversão do modelo de desenvolvimento que vinha sendo implementado desde a criação dos incentivos fiscais em 1966.

As contrapropostas preconizadas pelos movimentos ecológicos internacionais recaíram pela implantação de reservas extrativistas, sistemas agro-florestais, valorização das populações indígenas, comunidades tradicionais, populações ribeirinhas, utilização de tecnologias tradicionais, entre outros, que entraram em conflito com o nível de desenvolvimento atingido e da utilização predatória dos recursos naturais.

Apesar dessas pressões, os governos federal e estadual não têm recuado em avançar em grandes propostas para a Amazônia, inserindo no contexto do mercado internacional e do interesse de grandes multinacionais. Nesse



sentido, a ênfase nos projetos minerais, exportação de grãos (soja), produção de hidroeletricidade, petróleo e gás natural, entre os principais, redesenham um novo mapa geopolítico-econômico, com a criação de eixos de desenvolvimento (ferrovias, hidrovias, rodovias) a conexão com os mercados internacionais mais do que a integração regional.

A criação de mercados intangíveis e a apropriação desses possíveis benefícios pelos países desenvolvidos parece ser outra característica da globalização econômica. Enquadram-se nessa categoria, os serviços ambientais, destacando-se o emergente mercado de seqüestro de CO<sup>2</sup>, certificados ambientais (séries ISOs, manejo, segurança, etc.), tornando-se apenas como um instrumento de mercado, nos quais o controle são concedidas por organizações internacionais. No que concerne às exportações, as restrições ambientais e de direitos humanos (trabalho infantil, escravo, etc.), positivas em reduzir os abusos, terminam restringindo as oportunidades dos países subdesenvolvidos.

Os impactos das descobertas científicas e tecnológicas externas à região amazônica têm provocando grandes influências do que se refere às próprias descobertas internas à região. O desenvolvimento de plantios racionais de cacau, seringueira, guaraná, café, mamão hawaii, melão, entre os principais, tanto nativos como exóticos que tiveram como primeira porta de entrada na Amazônia, perderam a sua importância com a sua adaptação nos novos locais.

A nova postura de desenvolvimento, apesar de ser enfatizada a partir do marco balizador representado pelo assassinato de Chico Mendes em 1988, tem mostrado que na prática a postura de “caminhar do caranguejo” tem se prevaletido. Apesar das diretrizes políticas quanto à preservação e à conservação, as propostas de grandes obras de engenharia com grandes riscos ambientais, constituem o cerne das metas governamentais.

A fragmentação das demandas por parte da sociedade constitui outra característica difícil de ser atendida. No caso da ajuda externa, a dependência com relação a quem financia constitui grave problema moral e ético, conduzindo, em geral, a propostas unilaterais, desequilíbrio de equipes para a contrapartida, sem atender as aspirações das sociedades regional e nacional. Isso não significa afirmar quanto à importância da colaboração externa indispensável para encontrar soluções tecnológicas que vêm se constituindo em desafios, pela falta de condições infra-estruturais de pesquisa e do nível científico dos pesquisadores nacionais.

Finalmente, a inserção da pesquisa agrícola, no contexto de desenvolvimento da Amazônia, a mudança no enfoque do vazio a ocupar versus vazio a preservar, deve-se buscar a convergência dentro da divergência tecnológica e científica em fazer a Segunda Natureza, de forma mais humanizada e com

menores riscos ambientais. Transformar as áreas desmatadas da Amazônia em uma Segunda Natureza, com atividades produtivas apropriadas, com menores riscos ambientais, promovendo a regeneração das áreas que não deveriam ter sido destruídas, deve-se transformar da tese para a prática, uma vez que o discurso do desenvolvimento da Amazônia, mediante essa utilização, está perdendo a credibilidade. Outro desafio refere-se à imediata compensação ecológica das áreas que continuam sendo incorporadas ao processo produtivo, tais como as mencionadas no Avanço Brasil e futuras. As atividades agrícolas do passado apresentavam maior sustentabilidade, pela reduzida dimensão e, a idéia de recomeçar sempre novamente, imaginando o que está por vir, esquecendo o existente, tem prejudicado a busca dessa outra realidade.

## LITERATURA CONSULTADA

BECKER, B.K. Cenários de curto prazo para o desenvolvimento da Amazônia. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, 1999. 43p. (Cadernos NAPIAm, 6).

CENÁRIOS EXPLORATÓRIOS DO BRASIL 2020. Brasília, Secretaria de Assuntos Estratégicos, 1997. 106p. (mimeografado).

COSTA, F.A. Ciência, tecnologia e sociedade na Amazônia. Belém, CEJUP, 1998. 168p.

DEAN, W. A ferro e fogo; a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira. São Paulo, Companhia das Letras, 1996. 484p.

GOMES, G.M. & VERGOLINO, J.R. Trinta e cinco anos de crescimento econômico na Amazônia (1960/1995). Belém, Sudam, 1997. 107p.

HOMMA, A.K.O (ed.). Amazônia: meio ambiente e desenvolvimento agrícola. Brasília, EMBRAPA-SPI, 1998. 386p.

HOMMA, A.K.O. História da agricultura na Amazônia; da era pré-colombiana ao terceiro milênio. Belém, Embrapa Amazônia Oriental, 2000. (livro em preparação)

HOORNAERT, E. (coord.). História da igreja na Amazônia. Petrópolis, Agir, 1992. 416p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DA AMAZÔNIA LEGAL. Agenda Amazônia 21. Brasília, 1997. 48p.

POLÍTICAS públicas para a Amazônia 97/98. São Paulo, Friends of the Earth/ GTA, 1998. 97p.

ROOSEVELT, A.C.; COSTA, M.L.; MACHADO, C.L.; MICHAEL, M.; MERCIER, N.; VALLADAS, H.; FEATHERS, J.; BARNETT, W.; SILVEIRA, M.I.; HENDERSON, A.; SLIVA, J.; CHERNOFF, B.; REESE, D.S.; HOLMAN, J.A.; TOTH, N.; SCHICK, K. Paleoindian cave dwellers in the Amazon: the peopling of the Americas. *Science*, 272:373-384, 19 April 1995.





# SOLOS DOS TRÓPICOS ÚMIDOS E SUA UTILIZAÇÃO SUSTENTÁVEL

Paulo de Tarso Alvim<sup>1</sup>

## INTRODUÇÃO

Os solos das regiões tropicais úmidas são predominantemente ácidos e pobres em reservas de minerais. Tal fato é com frequência citado na literatura agrônômica como o principal fator responsável pelo relativo atraso da agricultura nos trópicos úmidos quando comparada com a que se pratica em regiões de clima frio ou temperado, ou mesmo em zonas tropicais de clima seco, onde a irrigação é economicamente viável. É fato sobejamente conhecido que são vários os fatores ambientais que afetam o crescimento e a produtividade das plantas, não sendo por isso justificável considerar apenas os fatores edáficos quando se analisam os problemas relacionados ao uso da terra para fins agrícolas ou pastoris. No caso específico das regiões tropicais úmidas - a exemplo da Amazônia brasileira - onde a vegetação predominante é a floresta hidrófita, há fortes indícios de que o excesso de chuvas, associado às inadequadas condições sócio-econômicas da região, são fatores mais restritivos para o desenvolvimento de uma agricultura efetivamente sustentável do que problemas relacionados à fertilidade dos solos. A fim de que melhor possamos examinar a importância relativa dos diferentes fatores ambientais que de fato afetam a sustentabilidade da agricultura em regiões de clima tropical úmido, alguns comentários introdutórios merecem ser feitos referentes aos principais tipos de ecossistemas encontrados nas regiões tropicais e suas relações com aqueles fatores ecológicos que mais interessam aos sistemas de produção agrícola ou pastoril.

## ECOSSISTEMAS TROPICAIS

É fato sobejamente conhecido que o principal fator ecológico que as regiões tropicais têm em comum é a grande quantidade de radiação solar recebida durante o ano, e conseqüentemente, as pequenas variações de

---

<sup>1</sup> Fundação Pau-Brasil – FUNPAB. Caixa Postal 07, Itabuna/BA.

temperatura entre as estações do ano, ou quase nenhuma variação naquelas localidades que se situam nas proximidades da linha equatorial. Por outro lado, o principal fator ambiental que se pode qualificar como efetivamente responsável pela formação dos diferentes tipos de ecossistemas encontrados nos trópicos é, sem dúvida, a variação na disponibilidade de água para as plantas, fator esse que por sua vez resulta fundamentalmente das diferenças entre as regiões em termos de regime pluviométrico, ou seja, no referente ao total e distribuição das chuvas durante o ano.

Dentre os diversos tipos de ecossistemas encontrados em regiões tropicais existem cinco classes predominantes que ocupam aproximadamente de 80% da superfície terrestre entre os Trópicos de Câncer e Capricórnio: 1) as *florestas umbrófilas densas*; 2) as *florestas semi-decíduas* (encontradas predominantemente na África e na Ásia, onde são geralmente conhecidas por “*monsoon Forest*”); 3) as típicas *savanas tropicais* com florestas de galeria, a exemplo do “cerrado” brasileiro; 4) as *savanas secas* ou semidesérticas, com arbustos de espinho, representadas no Brasil pela “caatinga” nordestina, e 5) os *desertos* ou *semidesertos* onde a pluviosidade é extremamente baixa ou mesmo nula, os quais não são representados no Brasil. A relação entre a pluviosidade e a formação dos quatro ecossistemas não desérticos encontrados no Brasil é graficamente representada na Fig. 1.

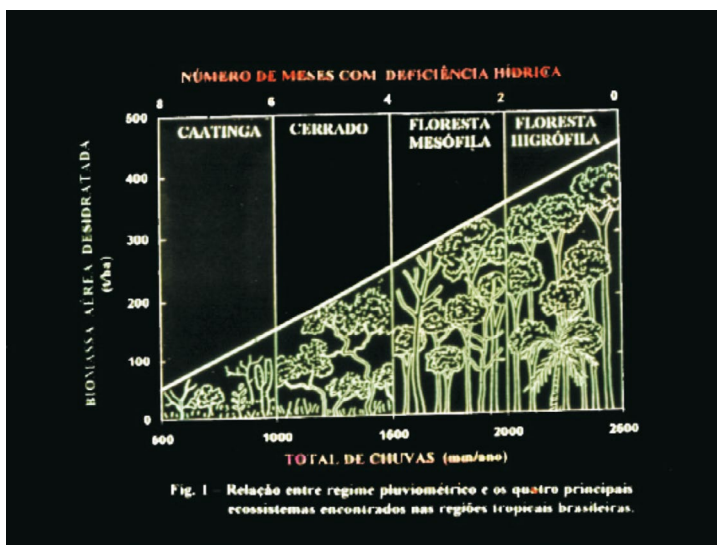


Figura 1 – Relação entre regime pluviométrico e os quatro principais ecossistemas encontrados nas regiões tropicais

Como regra geral, as florestas umbrófilas densas apenas são encontradas em regiões onde a pluviosidade anual é superior a 2000mm, não se registrando mais do que dois meses relativamente secos, isto é, nos quais o volume das chuvas é inferior ao potencial de evapotranspiração da região; as florestas semi-decíduas são encontradas em regiões onde a pluviosidade anual se encontra acima de 1500mm, registrando-se, entretanto, um período seco de no mínimo três meses; as savanas típicas são geralmente encontradas em regiões de 1000 a 1500mm de pluviosidade anual, registrando-se invariavelmente pelo menos cinco ou seis com deficiência hídrica; a savana seca, a exemplo das caatingas do nordeste brasileiro, as chuvas são sempre inferiores a 1000mm – em geral flutuando entre 500 a 700 mm/ano - registrando-se um período seco que se estende por até oito ou nove meses. No presente trabalho somente serão analisados os problemas edáficos das regiões tropicais úmidas, onde os ecossistemas naturais dominantes são as florestas umbrófilas densas ou as semi-decíduas.

Uma relação entre fertilidade do solo e mudanças na cobertura vegetal foi relatada por Alvim e Araújo (1952) em um estudo referente aos cerrados da região central do Brasil. Estudos posteriores sobre o assunto indicaram, entretanto, que tal relação está na verdade associada com a disponibilidade de água para o crescimento da planta, em função da influência das condições edáficas sobre o desenvolvimento do sistema radicular (Alvim e Silva, 1980). Conforme se pode constatar através dos “fertigramas” representados na Fig 2, solos tão pobres ou mesmo mais pobres do que os dos cerrados são comumente encontrados também em áreas cobertas por florestas densas, tanto na Amazônia como na região da Mata Atlântica da Bahia. Por outro lado, fragmentos de “savanas” podem também ocorrer em regiões tipicamente florestais, a exemplo das formações conhecidas por “campinarana” ou “caatinga do Rio Negro” encontradas na Amazônia brasileira, o mesmo sendo observado, ainda que com muito menor freqüência, em algumas pequenas áreas da região da Mata Atlântica (Alvim, 1996). Tais formações são invariavelmente encontradas em solos extremamente arenosos (Spodosols), os quais são bem conhecidos por sua baixíssima capacidade de retenção de água.

As informações anteriores sobre solo e clima indicam claramente que o relativo atraso em que se encontra a agricultura em nossas regiões tropicais úmidas – em especial quando comparada à agricultura que se pratica na região dos campos cerrados - nada parece ter a ver com problemas relacionados a diferenças em fertilidade dos solos, mas sim com diferenças em condições climáticas ou, mais especificamente, no referente ao total e distribuição das chuvas durante o ano. O excesso de chuvas - conforme observado na maior parte da região amazônica, assim como na região cacauceira da Bahia – via de

regra tem efeito mais restritivo para a agricultura nos trópicos úmidos do que as deficiências minerais do solo (Alvim, 1990; Silva, 1996). Tal fato se torna particularmente evidente no caso da produção de grãos como milho, feijão e soja, os quais sempre necessitam de uma estação seca definida durante a época de colheita. Outras restrições características das regiões de alta pluviosidade são o maior risco da degradação do solo por efeito de erosão, lixiviação e compactação, a alta incidência de patógenos em plantas, especialmente fungos, a elevada competição por ervas daninhas, e condições desfavoráveis para o uso e conservação dos maquinários agrícolas.

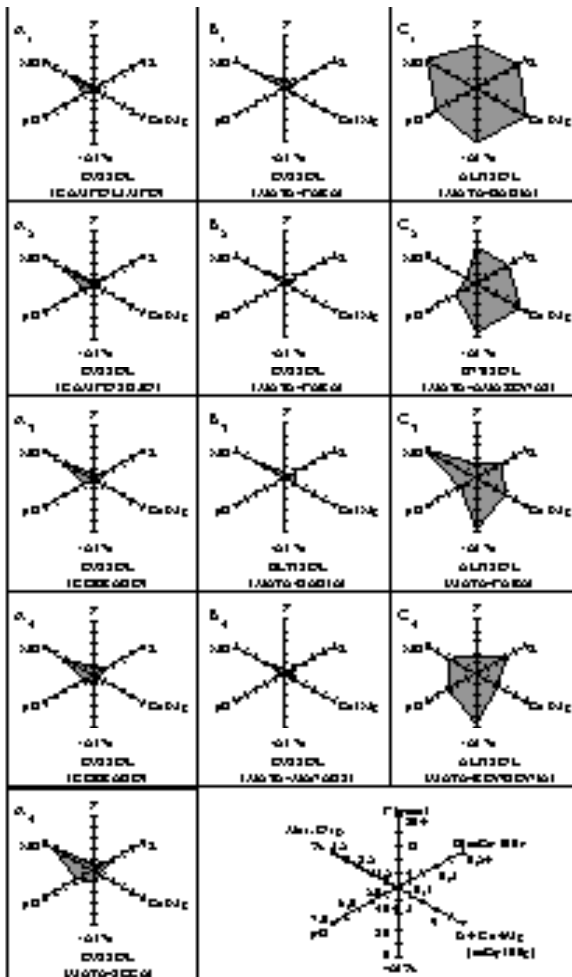


Figura 2 – Uma comparação entre a fertilidade dos solos do cerrado e da Floresta Amazônica (Alvim and Silva, 1980).



## POTENCIAL DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA DOS TRÓPICOS ÚMIDOS

A produtividade dos ecossistemas pode ser classificada em três categorias: a *produtividade primária*, representada pela quantidade de biomassa vegetal produzida por unidade de área e que normalmente se mede em termos de toneladas de matéria seca por ha/ano; a *produtividade secundária*, referente à biomassa animal produzida na mesma área; e a *produtividade econômica*, correspondente à porção da biomassa utilizada pelo homem para alimento, fibra ou energia.

As regiões de clima tropical úmido são conhecidas por terem a maior produtividade em termos de produção primária além de terem a maior biodiversidade do planeta (Leith e Whittaker, 1950). Apesar de cobrirem somente 10% da superfície terrestre do planeta (15 bilhões de ha) as regiões tropicais úmidas contêm um terço (1/3) da matéria vegetal mundial. Em torno de 25% dos trópicos úmidos estão localizados no sudeste da Ásia, 30% na África e os restantes 45% nas Américas (principalmente região amazônica, sendo que apenas no Brasil há uma quantidade maior que na Ásia ou África). Pequenos fragmentos dos trópicos úmidos também são encontrados no Havai e partes da costa do nordeste da Austrália. Estima-se que 60 países, com uma população total de 2 bilhões de habitantes, estão parcial ou inteiramente localizados nos trópicos úmidos (NCR, 1993).

A alta produtividade primária das regiões tropicais úmidas é obviamente uma conseqüência direta da abundância dos dois principais fatores que controlam a fotossíntese, radiação solar e disponibilidade de água. Conforme representado na Fig. 3, cerca de 95% dos elementos químicos que compõem a matéria seca de qualquer planta correspondem ao carbono, oxigênio e hidrogênio, os quais são totalmente extraídos do ar e da água, através do fenômeno da fotossíntese. Os elementos químicos extraídos do solo através das raízes correspondem tão apenas a cerca de 5% do peso seco total das plantas, tendo, além disso, a vantagem de serem reciclados pelas plantas e animais, permanecendo, portanto, dentro do ecossistema.

Convém ressaltar que para se alcançar um elevado índice de produtividade de biomassa nos trópicos úmidos, os solos não necessitam ser ricos, sendo apenas necessário que tenham boas características físicas, isto é, não apresentem barreiras que possam impedir a penetração e respiração das raízes e, em conseqüência, a absorção de água e minerais. Obviamente, tal regra apenas se aplica a ecossistemas naturais, os quais praticamente nada perdem ou “exportam” dos solos que ocupam. Quando o homem interfere em um

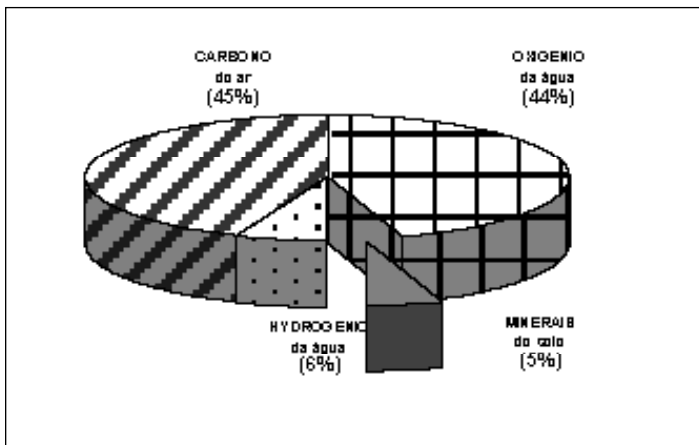


Figura 3 – Origem e porcentagem da distribuição dos principais componentes da biomassa desidratada de plantas

ecossistema natural com o objetivo de praticar agricultura ou intensificar a extração de produtos de interesse econômico, a reciclagem de nutrientes minerais ficará comprometida e a produção, tanto biológica como econômica, passará a ser influenciada não apenas pela disponibilidade de água e a intensidade de radiação solar, mas, sobretudo, pela disponibilidade de nutrientes proporcionados pelo solo. Em outras palavras: em sistemas agrícolas produtivos, ou agro-ecossistemas, assim como no extrativismo de produtos naturais, a reciclagem de minerais não pode contrabalançar as perdas de nutrientes resultantes da extração dos produtos utilizados pelo homem, ou em consequência da erosão e lixiviação do solo. É por esta razão que nenhum solo pode ser cultivado de forma efetivamente contínua, seja nos trópicos úmidos ou em qualquer outro região, sem que seja adubado, química ou organicamente, em quantidades e frequências que variam de conformidade com a fertilidade natural do solo e o volume e a frequência das colheitas. A solução para o problema da tão falada *sustentabilidade* dos sistemas agrícolas de produção – muito discutido especialmente quando se refere aos trópicos úmidos – encontra-se na adoção de práticas agronômicas que sejam não somente conservacionistas, no sentido de prevenir a degradação por erosão, lixiviação ou compactação do solo, mas sobretudo a capacidade de devolver ao solo os nutrientes químicos removidos pelas colheitas sucessivas.

## CLASSES DE SOLOS TROPICAIS

Os solos das regiões tropicais são extremamente variáveis e recebem denominações que variam de conformidade com o sistema de classificação utilizado. No presente trabalho será dada preferência ao sistema quantitativo desenvolvido pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (Soil Survey Staff, 1975) o qual se compara, de uma maneira geral, ao sistema taxonômico adotado na classificação de plantas, ou seja, levando-se em consideração especialmente as propriedades que possam ser medidas quantitativamente. A Tabela 1 exemplifica algumas das diferenças da nomenclatura adotada pelos EUA, FAO e Brasil.

Tabela 1 – Terminologia do solo utilizada em diferentes sistemas de classificação (USA, FAO e Brasil).

<b>USA</b>	<b>FAO</b>	<b>BRASIL</b>
Oxisol	Ferrasol	Latossolo
Ultisoll	Acrisol	Podsolico vermelho
Alfisol	Lavisol	Terra roxa estruturada
Spodosol	Podsol	Podsolo
Vertisol	Vertisol	Grumosolo
Entisol	Regosol	Regosolo
Inceptisol	Combisol	Solo com horizonte B incipiente

Para os propósitos do presente trabalho será utilizada a classificação simplificada sugerida por Sanchez (1994), separando-se em seis grupos principais as diferentes classes de solos tropicais, levando-se em conta principalmente seu potencial de utilização para a agricultura. Os seis grupos são os seguintes: a) solos ácidos de baixa fertilidade (*Oxisols e Ultisols*); b) solos com fertilidade moderada e bem drenados (*Alfisols, Vertisols, Mollisols, Andepts, Tropepts, Fluvents*); c) solos mal drenados (*Aquepts*); d) solos arenosos e de baixa fertilidade (*Psamments, Spodosols*); e) solos rasos (*Lithic, Entisols*); f) solos orgânicos (*Histosols*). A distribuição geográfica desses seis grupos de solos pode ser vista na Tabela 2 e Figura 4.

Tabela 2 – Distribuição geral dos principais tipos de solos dos trópicos úmidos

<b>Grupamento de solos</b>	<b>América</b>	<b>África</b>	<b>Ásia &amp; Pacífico</b>
Solos ácidos de baixa fertilidade (Oxisols and Ultisols)	81%	56%	38%
Solos moderadamente férteis (Alfisols, Vertisols, etc)	7%	12%	33%
Solos com má drenagem (Arquepts)	6%	12%	6%
Solos arenosos (Spodosols, Psamments)	2%	16%	6%
Solos rasos (Lithic, Entisols)	3%	3%	10%
Solos orgânicos (Histosols)	1%	1%	6%

Source: Sanchez (1994)

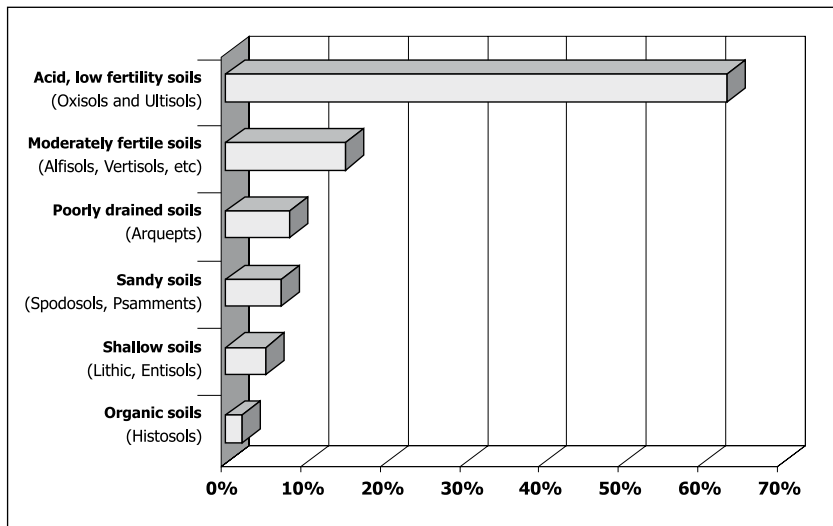


Figura 4 – Distribuição mundial dos principais tipos de solos em regiões Tropicais úmidas

Os solos ácidos e pobres das ordens dos *Oxisols* e *Ultisols* são os que mais se encontram em todas as regiões de clima tropical úmido, sendo entretanto mais freqüentes na América tropical (81%) do que na África (56%) ou Ásia (38%). O inverso ocorre com os solos moderadamente férteis ou de alta fertilidade, os quais cobrem o equivalente a 33% da Ásia tropical úmida, 12% da África tropical úmida, e somente 7% da América tropical úmida. Na Ásia tropical, a maior parte desses solos já está sendo intensamente cultivada, havendo portanto pouca possibilidade de posterior expansão. Três classes gerais de solos que em geral apresentam sérias dificuldades de manejo - os ácidos-arenosos, os solos rasos e os orgânicos - são encontrados em proporções praticamente similares nas três regiões, à exceção dos solos orgânicos que são mais freqüentes na Ásia e dos arenosos-profundos, que são mais encontrados na África tropical úmida (NRC, 1982).

Ao contrário do que muitos pensam, há uma área considerável de solos bem drenados e de moderada a alta fertilidade nos trópicos úmidos. Por definição, a porção básica que promove o complexo de troca do solo é a proporção de cálcio + magnésio + potássio + sódio. Quanto maior for a porção básica do solo, melhor; pois quanto menor for ela, maior o nível de alumínio tóxico. Os solos das ordens Alfisols, Vertisols e Mollisols têm um nível elevado de cálcio e magnésio, adquirindo com isto uma maior fertilidade que os solos dominantes das ordens Oxisols e Ultisols..

Muitos Alfisols se parecem aos Ultisols e Oxisols no referente à coloração e outras características morfológicas, sendo porém invariavelmente mais ricos em bases trocáveis, além de mais profundos e com melhores condições de drenagem. Encontram-se em manchas dispersas nas grandes áreas cobertas por Oxisols e Ultisols. No Brasil esses solos são geralmente conhecidos por “Terra Roxa Estruturada”, e ocorrem com relativa freqüência nas proximidades de Altamira, Porto Velho, Rio Branco e na região cacauzeira na costa do sul da Bahia. Ocorrem também em partes da região andina peruana assim como na costa úmida do Equador (Silva, 1996). Na África tropical úmida, esses solos apenas são encontrados em algumas partes de Camarões e no sul da Nigéria.

Os Spodosols tropicais, também conhecidos como Podzols, são derivados da deposição de materiais arenosos, sendo geralmente encontrados em pontos dispersos na Amazônia, fora das planícies alagadas. Suas áreas são invariavelmente cobertos por um tipo de vegetação de savana conhecida na região Amazônica como “campinarana” ou “caatinga do Rio Negro”, as quais lembram por suas características fisionômicas a vegetação de cerrado do Brasil central. O projeto RADAM identificou grandes áreas de Spodosols ao longo da região do Rio Negro (Projeto RADAM-Brasil, 1972-1978). As áreas

que passam por esses Spodosols carregam matéria orgânica em suspensão, fenômeno esse responsável pela coloração escura de alguns afluentes do Rio Amazonas, a exemplo do Rio Negro. Por causa da sua baixa fertilidade e alta susceptibilidade à erosão, os Spodosols não são utilizados para fins agrícolas. .

## PRINCIPAIS LIMITAÇÕES DOS SOLOS PARA A AGRICULTURA

A figura 5 e a tabela 3 mostram a freqüência relativa e a distribuição das principais restrições para a agricultura dos solos das regiões tropicais úmidas, segundo Sanchez (1989). . Em virtude da predominância dos Oxisols e Ultisols em todos os continentes, baixas reservas de nutrientes e intoxicação por alumínio (acidez do solo) são as restrições mais comumente encontradas, sendo relativamente mais freqüentes na África e América Tropical do que na Ásia.

As limitações de natureza química são obviamente de mais fácil correção do que restrições de caráter físico, tais como reduzida profundidade dos solos, topografia inadequada, etc. Como assinalado anteriormente (Figuras 1 e 2), tais restrições para a agricultura – especialmente aqueles de natureza química – praticamente nada têm a ver com o desenvolvimento dos ecossistemas naturais, os quais estão basicamente sob a influência da disponibilidade de água (regime pluviométrico), assim como da quantidade e distribuição sazonal da radiação solar.

## O MITO DA LATERIZAÇÃO

A laterização do solo costuma ser mencionada, especialmente em livros mais antigos, como uma das mais sérias limitações para a utilização dos solos para fins agrícolas nas regiões tropicais úmidas. Apesar de comprovadamente equivocado, tal conceito é ainda divulgado com certa freqüência, especialmente em publicações sobre problemas ecológicos da agricultura nos trópicos úmidos. Alega-se com freqüência que a remoção de florestas para se praticar agricultura nos trópicos úmidos, provoca a degradação do solo não apenas por motivo de erosão e lixiviação, mas sobretudo pelo suposto perigo de “laterização” ou seja. a transformação do solo em “laterita”.

Tal crença tem sido contestada por um grande número de evidências experimentais publicadas desde a década de 1970 (Sanchez e Buol, 1977;

Moorman e Van Wambeks, 1978). Os avanços na classificação e mapeamento dos solos da própria região amazônica, demonstraram claramente que os perigos de formação de laterita somente pode ocorrer em cerca de 4% da citada região. Essa percentagem corresponde aos 21 milhões de hectares de solos nos quais se constatou no horizonte “A” a presença de *plintita* (mineral característico dos solos tecnicamente conhecidos por Plithaquoex, Plinthaquults, e Plinthudults). Esses são os únicos solos em que o fenômeno da laterização pode ocorrer. Ademais, como a plintita mole encontra-se apenas no subsolo, a parte superior do solo deve ser removida por erosão para que o o fenômeno da “laterização” (endurecimento da plintita) possa ocorrer. Sabendo que esse tipo de solo ocorre principalmente em locais planos e com drenagem deficiente, a erosão geralmente não ocorre de forma extensiva (Sanchez, 1994).

O endurecimento de origem geológica da laterita ocorre em áreas espaciais nos trópicos úmidos, servindo como um excelente material para construção de estradas. Segundo Sanchez (1994) em áreas como a Amazônia Peruana, que é desprovida dessas lateritas, a qualidade da construção de estradas de baixo custo é definitivamente inferior às do Estado do Pará no Brasil, onde a laterita ocorre na superfície do solo. Essa indesejada formação de laterita, como mencionada na literatura popular, não deve ser, portanto, em geral considerada como uma restrição nos trópicos úmidos. . Pelo contrário, a laterita natural na superfície do solo certamente muito pode colaborar para o desenvolvimento da região onde ocorre.

## TECNOLOGIAS APROPRIADAS PARA O USO DA TERRA

Para definir qual o sistema de uso da terra deve ser recomendado para qualquer região é obviamente necessário levar-se em consideração não apenas as exigências ecológicas dos cultivos, mas, sobretudo, as tecnologias que se possam considerar como efetivamente apropriadas, não apenas em termos de conservação do solo, mas, sobretudo, no referente a retornos econômicos para o agricultor. Atenção especial deve ser dada ao potencial de mercado para os produtos cultivados, uma vez que nenhuma tecnologia pode ser considerada como efetivamente apropriada sem que, obviamente, também seja economicamente viável.. Conforme enfatizado por Paiva (1976), o critério a ser utilizado para se considerar uma tecnologia como apropriada ou não, obrigatoriamente deve levar em conta fatores de interesse econômico, tais como a maximização da taxa do retorno para os investimentos feitos e uma adequada distribuição da receita entre

a comunidade rural envolvida. Sob o ponto de vista puramente ecológico o fator de maior importância é, obviamente, a conservação da capacidade produtiva do solo, que é a verdadeira base da sustentabilidade agrônômica.

Levando-se em consideração as conhecidas limitações ecológicas para a agricultura em regiões tropicais úmidas – excesso de chuvas e predominância de solos de baixa fertilidade – verifica-se que o problema da sustentabilidade invariavelmente depende de medidas conservacionistas que precisam ser tomadas contra os riscos de erosão e lixiviação dos solos. Igualmente importantes são as medidas contra fatores bióticos particularmente abundantes nos trópicos úmidos, tais como: enfermidades, pragas e ervas daninhas.

Entre os sistemas de produção que se podem considerar como ecológica e economicamente apropriados para regiões de tropicais úmidas, não se pode classificar como “economicamente apropriada” a tradicional “agricultura itinerante”, baseada no corte e queima da vegetação nativa (“slash-and-burn”); o mesmo se pode dizer sobre a chamada “agricultura de subsistência”, que em geral apenas faz uso da mão-de-obra familiar, com pouca ou nenhuma tecnologia recomendada pela ciência. Ainda que tais primitivos métodos se possam considerar como “ecologicamente apropriados” para regiões tropicais de baixa densidade demográfica, sua produtividade apenas satisfaz as necessidades mínimas do agricultor e sua família, sendo por isso incapazes de contribuir para melhorar o padrão de vida de qualquer região. Obviamente tais sistemas continuarão exercendo um importante papel por vários anos na sobrevivência dos habitantes de regiões remotas onde as condições sócio-econômicas impedem a modernização dos métodos de uso da terra. Em outras palavras, a agricultura itinerante, assim como a extração de produtos naturais, vão continuar sendo praticadas nos trópicos ainda por muitos anos, não como métodos capazes de promover o desenvolvimento, mas como sistemas que não poderão ser substituídos por outros mais “apropriados” enquanto prevalecerem as precárias limitações sócio-econômicas dessas regiões (Paiva, 1976). No caso do extrativismo, deve-se naturalmente reconhecer seu valor no referente à conservação das formações florestais, especialmente quando é considerada a enorme extensão territorial de algumas regiões florestais, tal como, a Amazônia, assim como sua baixa densidade demográfica, e sobretudo, a pequena proporção de áreas que hoje podem ter o seu cultivo justificado pela demanda por produtos tropicais. Por essa razão, o movimento conservacionista em favor da criação das chamadas “reservas extrativistas” (Allegretti, 1990) pode ser considerado como válido, quando nada como forma de “ganhar tempo”, ainda que seja reconhecidamente incapaz de contribuir para um expressivo desenvolvimento das regiões onde tais reservas são instaladas.



## SISTEMAS PREFERENCIAIS DE USO DA TERRA

Os vários sistemas de produção agrícola praticados em regiões de clima tropical úmido podem ser classificados em cinco grupos, os quais serão brevemente analisados levando-se em consideração suas relativas vantagens, tanto em termos ecológicos como econômicos: culturas perenes, exploração florestal, agrossilvicultura, pecuária e plantios anuais. Informações complementares sobre o assunto podem ser encontradas na excelente revisão publicada pelo Conselho de Pesquisas dos Estados Unidos (N.C.R.1993), assim como em trabalhos anteriores do autor (Alvim, 1977; 1990), bem como em Silva (1996).

### CULTIVOS PERENES

Sob o ponto de vista ecológico, os cultivos arbóreos, a exemplo do cacauieiro, seringueira, etc., assim como as plantações florestais e os denominados sistemas agroflorestais são indubitavelmente os que oferecem melhor proteção contra os riscos de degradação do solo por efeito da erosão, lixiviação e compactação. Outra evidente vantagem desses cultivos arbóreos resulta de sua relativamente baixa demanda por nutrientes do solo quando comparados aos cultivos de ciclo curto, além de se mostrarem mais tolerantes aos problemas de acidez do solo e resultante toxicidade de alumínio. Entre as desvantagens dos cultivos perenes está o fato de serem relativamente poucos aqueles que oferecem boas perspectivas de mercado para que possam ser recomendados para plantios em larga escala. Entre os mais promissores na atualidade estão o dendê (*Elaeis guineensis*), o cacau (*Theobroma cacao*), a seringueira (*Hevea brasiliensis*), o café robusta (*Coffea canephora*) e algumas fruteiras tropicais, especialmente a banana (*Musa spp*), o mamão (*Carica papaya*) e o coqueiro (*Cocos nucifera*). Entre as fruteiras tropicais com boas perspectivas de mercado, porém ainda pouco difundidas no Brasil destacam-se o mangustão (*Garcinia mangustana*) e a noz macadâmia (*Macadamia spp.*). Entre as perenes não arbóreas que também se adaptam a regiões tropicais úmidas merece especial destaque maracujá (*Passiflora edulis*) e acerola (*Malpighia glabra*), a pupunha (*Bactris gassipaes*), o assai (*Euterpe oleracea*) e a cana-de-açúcar para a produção de álcool.

## EXPLORAÇÃO FLORESTAL

A exploração florestal pode ser efetuada por três diferentes métodos: extrativismo, manejo sustentável de florestas nativas e plantações florestais. O extrativismo, via de regra, traz o risco de provocar o gradativo empobrecimento do ecossistema natural, em virtude de ser praticado, quase sempre, sem um adequado planejamento capaz de estimular a regeneração das espécies nativas. O manejo natural ou sustentável é o método que mais se recomenda, principalmente para regiões onde as florestas nativas apresentam baixo nível de diversidade de espécies, a exemplo das encontradas em regiões de clima frio ou temperado, assim como em algumas regiões tropicais onde há predominância de espécies econômicas de fácil regeneração, a exemplo das florestas de *Dipterocarpus* na Malásia e outros países do sudeste da Ásia. Na maioria das regiões tropicais úmidas com grande diversidade de espécies, a exemplo da América Tropical, experiências com o manejo natural têm produzido resultados menos convincentes do que os obtidos no sudeste da Ásia. As plantações florestais são obviamente as que requerem maiores investimentos, porém são reconhecidamente muito mais produtivas do que as florestas naturais, além de serem também de grande importância para a própria preservação dessas florestas, uma vez que diminuem a agressão contra elas.

## AGROSSILVICULTURA

Sob o ponto de vista ecológico, as vantagens da agrossilvicultura ou sistemas agroflorestais (SAF) sobre a monocultura são amplamente conhecidas (Wilson e Kang, 1985). Além da proteção que a presença de árvores oferece contra os riscos de degradação do solo por efeito da erosão e da lixiviação, a diversidade das espécies que compõem o sistema indubitavelmente muito contribui para reduzir a incidência de pragas e doenças dos cultivos de valor econômico que compõem o sistema. Espécies tropicais reconhecidamente tolerantes à sombra - a exemplo do cacau, café, pimenta-do-reino e baunilha - estão entre as que mais frequentemente são cultivadas em consórcio com árvores de maior porte. Entre essas últimas, procura-se via de regra dar preferência a espécies de reconhecido valor econômico e/ou fixadoras de nitrogênio. Em sua fase inicial, a agrossilvicultura - também conhecida pela denominação de "sistema agro-florestal" ou "SAF" - inicia-se em geral com o plantio de cultivos alimentícios de ciclo curto, a exemplo da mandioca, inhame, banana, feijão fradinho (*Vigna sp*), além de outros. (Alvim, R., 1988).

## PECUÁRIA

A pecuária é vista por alguns autores como um dos menos recomendáveis sistemas de uso da terra para as regiões de clima tropical úmido, a exemplo da Amazônia (Goodland e Irwin, 1975; Fearnside, 1980; Myers, 1980; Sioli, 1984). Tal opinião, entretanto, tem sido contestada com base em resultados experimentais obtidos por pesquisadores que trabalham na região, a exemplo de Falesi (1976) e Serrão e Homma (1993), os quais evidenciam a possibilidade de se praticar uma pecuária econômica e ecologicamente sustentável em áreas específicas da região, desde que sejam utilizadas práticas apropriadas de manejo. Especial atenção tem sido chamada para o enorme potencial para a criação de búfalos - sem qualquer risco de degradação ambiental - através da utilização das imensas áreas de pastagens naturais que se formam nas várzeas dos grandes rios, especialmente o Amazonas, (Nascimento e Homma, 1984).

## CULTIVOS ANUAIS

Um dos principais desafios da agricultura em regiões de clima tropical úmido relaciona-se ao desenvolvimento de sistemas sustentáveis de produção de cultivos anuais ou de ciclo curto, que possam ser recomendados em substituição à tradicional agricultura “itinerante” ou “migratória” - baseada no corte e queima da vegetação nativa - tida como principal causa dos desmatamentos e incêndios que ocorrem nessas regiões. Um dos sistemas considerados entre os mais promissores - ainda que carente de experimentação regional que comprove sua efetiva viabilidade prática e econômica em diferentes regiões - é o denominado cultivos em aléias ou renques, conhecido em inglês por “alley-cropping”, no qual as espécies de interesse econômico são distribuídas no campo em fileiras paralelas, podendo-se incluir também leguminosas fixadoras de nitrogênio para melhoria das condições de solo. (Kang et. al., 1981; Wilson e Kang, 1985). . Referência especial deve também ser feita ao sistema conhecido na literatura especializada como “sistema rotacional” ou “Yurimaguas”, o qual foi desenvolvido na região amazônica peruana por Sanchez, et. al.(1982). Tal sistema baseia-se fundamentalmente na aplicação de corretivos e fertilizantes químicos, de conformidade com indicações proporcionadas por freqüentes análises dos solos, Apesar de criticados por alguns autores - a exemplo de Fearnside (1987) - em virtude precisamente de exigir análises químicas do solo, tais estudos muito contribuíram para uma melhor compreensão do mecanismo da sustentabilidade da produção agrícola em regiões de clima tropical úmido, e, sem dúvida, poderão encontrar aplicação prática onde os preços de mercado para os produtos agrícolas efetivamente justifiquem a aplicação de corretivos ou fertilizantes químicos.

## CONCLUSÕES

Os problemas referentes à utilização dos solos das regiões tropicais úmidas são freqüentemente discutidos em um contexto altamente emocional e, via de regra, dando-se pouca ou quase nenhuma atenção às informações verdadeiramente científicas referentes ao assunto. Essa curiosa situação é sem dúvida resultante da popularidade dos movimentos em favor da proteção ambiental, em geral contrários à utilização de áreas de florestas para fins agrícolas ou pastoris. É fato sobejamente conhecido que a proporção de solos de baixa fertilidade é bem maior nos trópicos úmidos do que nas regiões de clima temperado ou frio. Entretanto, conforme procurou-se evidenciar na presente revisão, não se pode atribuir ao fator solo a responsabilidade principal pelo relativo atraso da agricultura nos trópicos úmidos quando comparada à que se pratica em regiões de clima frio ou temperado. Solos de média a alta fertilidade também ocorrem em regiões de clima tropical úmido, e técnicas apropriadas de manejo são hoje disponíveis não apenas para tais solos, mas também para algumas áreas onde predominam Oxisols e Ultisols de baixa fertilidade natural.

Tomando-se como exemplo a região amazônica brasileira, alguns conservacionistas extremados – muito deles com pouca ou nenhuma experiência em agricultura tropical – consideram os solos de tal região como praticamente estéreis ou totalmente inadequados para produção agrícola (Egler, 1961; Goodland e Irwin, 1975; Iriom, 1978; Sioli, 1984). Tal opinião está em total desacordo com os resultados de pesquisas sobre o potencial de uso dos solos da região (Projeto RADAM-Brasil, 1972-78; Sanchez et. al., 1982; Cochrane et. al., 1985). Tais pesquisas demonstraram que apenas cerca de 36% dos solos da Amazônia devem ser considerados como efetivamente impróprios para uso agrícola ou pastoril, não propriamente por causa de deficiências nutricionais, baixo pH, alta fixação de fósforo ou qualquer outro fator referente à fertilidade do solo, mas, principalmente, por motivo de má topografia (declividade superior a 30%, má drenagem e outras limitações de natureza física. Em torno de 58% dos solos da Amazônia podem ser utilizados com aplicação de corretivos e/ou fertilizantes, e pelo menos 6% – ou o equivalente a 40 milhões de hectares – podem ser utilizados sem qualquer tipo de restrição de origem física ou química. Conforme assinalado por Sanchez e Buol (1975), solos tão pobres quanto os da bacia amazônica também são encontrados nas regiões de clima temperado, ainda que em menores proporções.. Como exemplo, esses autores mencionam os solos pobres (Oxisols e Ultisols) localizados no sudeste dos EUA, os quais vêm sendo utilizados racionalmente por muitos

anos, com resultados econômicos plenamente satisfatórios. Até mesmo Spodosols, considerados quimicamente mais pobres que Oxisols e Ultisols além de apresentarem sérias limitações em termos de retenção de água em função de sua textura arenosa, são economicamente cultivados em algumas regiões do país, a exemplo das extensas áreas com plantações de laranja na Flórida, consideradas como das produtivas do mundo. No sul da Ásia, especialmente na Malásia - onde a agricultura tropical mais tem progredido - as condições edafo-climáticas pouco diferem das que se observam na Amazônia (NRC, 1982). A Malásia ocupa um lugar de grande projeção internacional no campo da agricultura tropical, especialmente em relação a plantios de árvores perenes. Apesar de sua pequena extensão territorial (32 milhões de hectares, ou cerca de 6% da bacia amazônica), a Malásia é hoje o maior produtor mundial de borracha e dendê, além de também ser grande exportador de vários outros produtos agrícolas como cacau, pimenta-do-reino e coco.

Conforme assinalado na parte introdutória desta revisão, a excessiva pluviosidade acarreta problemas mais sérios para a sustentabilidade da agricultura em regiões tropicais úmidas do que limitações de origem edáfica. Entre tais problemas merecem destaque os maiores riscos da degradação do solo por erosão e lixiviação, a elevada incidência de pragas, enfermidades e ervas daninhas e as dificuldades para o amadurecimento e secagem dos grãos e outros produtos agrícolas que necessitam de um bem definido período de estagem para sua maturação e colheita.

No caso específico da região amazônica brasileira, cuja extensão se estima em cerca de 500 milhões de hectares, não será difícil selecionar áreas que se possam considerar como efetivamente apropriadas para a implantação de sistemas sustentáveis de uso da terra. Sob o ponto de vista ecológico ou de proteção ambiental, preferência deve ser dada a cultivos arbóreos ou a consórcios agrofloreais, por serem os que melhor proteção oferecem contra os riscos de degradação do solo por erosão e/ou lixiviação.. Um importante critério a ser levado em consideração na escolha do sistema de produção a ser implantado, é a tendência do mercado para produtos que serão colhidos, dando-se obviamente atenção especial aos tradicionais cultivos tropicais de grande demanda, a exemplo do dendê, cacau, seringueira, café robusta, palmitos, coco, banana, além de diversas outras frutas tropicais. A área total a ser cultivada com tais produtos no curso dos próximos 20 ou 30 anos, possivelmente poderá alcançar entre 4 a 5 milhões de hectares, o que representaria tão somente cerca de 1% da superfície total da região amazônica. Acrescentando-se culturas alimentícias de ciclo curto, pecuária e projetos de reflorestamento, a superfície total a ser eventualmente cultivada poderá ser 4

a 5 vezes maior, porém ainda assim continuando a ser apenas uma diminuta fração da imensa região. Dentro desse contexto, os sistemas de uso da terra que se podem considerar como ecológica e economicamente apropriados para a região amazônica brasileira talvez se possam acomodar nas próprias áreas já modificada pelo homem, sem necessidade, portanto, de novas intervenções nos remanescentes da vegetação nativa. Dessa forma, a agricultura não deve ser vista como uma panacéia capaz de promover o desenvolvimento sustentável em toda ou qualquer parte da Amazônia, ou de qualquer outra região tropical úmida, mas como um tipo de atividade a ser implementada em áreas estrategicamente selecionadas, levando-se em consideração não somente fatores ambientais e a adaptação das culturas a tais fatores, mas especialmente a demanda de mercado para os produtos a serem cultivados..

## LITERATURA CONSULTADA

ALLEGRETTI, M.H. (1990). Extractive reserves: an alternative reconciling development and environmental conservation in Amazonia. In *Alternative to deforestation: Steps toward Sustainable Use of the Amazon Rain Forest* (ed. B. Anderson). Columbia University Press. Pp 185-196.

ALVIM, P. de T. (1977). The balance between conservation and utilization in the humid tropics with special reference to Amazonian Brazil. In *Extinction is Forever*. (eds. G.T. Prance and T. S. Elias). The New York Botanical Garden, pp. 347-352.

ALVIM, P. de T. (1990). Agricultura apropriada para uso contínuo dos solos na Região Amazônica. *Espaço, ambiente e Planejamento*. Companhia Vale do Rio Doce, Rio de Janeiro, 2(11):1-71.

ALVIM, P. de T. (1996). Repensando a teoria da formação dos campos cerrados. In *Simpósio Internacional sobre o Cerrado, VIII*. EMBRAPA, Brasília (Eds. R. C. P. Pereira e L. C. B. Nassser), pp. 56-58.

ALVIM, P. de T. and Silva, J.E. (1980). Comparação entre os cerrados e a região amazônica em termos agroecológicos. In *Cerrado: Uso e Manejo*. EMBRAPA/CPAC, CNPq, Brasília, Ed. Editerra. pp. 143-160..

ALVIM, Ronald (1988). O cacaueteiro em sistemas agrossilviculturais. In *International Cocoa Research Conference, 10th*. Dominican Republic, May 1987. Proceedings, pp 3-14.

COCHRANE, T.T., Sanchez, L.F., Porras, J.<sup>a</sup>, Azevedo, L.F. and Carver, C.L. (1985). *Land in Tropical America. A guide to climate, landscapes and soils for agronomists in Amazonia, the Andean Piedmont, Central Brazil and Orinoco*. Vols. 1, 2,

and 3. CIAT, Cali, Colombia, 728 p. maps.

EGLER, I.C. (1961) A Zona Bragantina no Estado do Para. *Revista Brasileira de Geografia* 23: 527-555.

FALESI, I.C. (1976). Ecosistema de pastagem cultivada na Amazonia brasileira. *Boletim Técnico n 1*, EMBRAPA/CPATU, Belem, 193 p.

FEARNSIDE, P.M. (1980). Os efeitos das pastagens sobre a fertilidade do solo na Amazonia brasileira; consequencias para a sustentabilidade da produção bovina. *Acta Amazonica* 10:119-132.

FEARNSIDE, P.M. (1987). Rethinking continous cultivation in Amazonia. *BioScience* 37:209-214.

GOODLAND, R. J. & Irwin, H.S.(1975) *Amazon Jungle: Green Hell to Red Desert?* Elsevier, Amsterdam. 155p.

IRION, G. (1978) Soil infertility in the Amazonian rain forest. *Naturwissenschaften*. 65:515-519.

LIETH, H. and Whittaker, R.H. (eds) (1975). *Primary productivity of the Biosphere*. Ecological Studies v. 14. Springer-Verlag. 339 p.

.MOORMAN, F.R. and A. Van Wambeke (1978). The soils of the lowland rain tropical climates, their inherent limitations for food production and related climatic restraints. *Trans. 11th. Congr. Int. Soc. Soil Sci.* (Edmonton) 2:272-281.

MYERS, N. (1980). The present status and future prospects of tropical moist forests. *Environmental Conservation*. 8:101-113.

NRC-National Research Council (1982). *Ecological aspects of development in the humid tropics*. Nat. Acad. Press, Washington, D.C. 297 p.

NRC-National Research Council (1993). *Sustainable Agriculture and the Environment in the Humid Tropics*. NCR-Nat. Acad. Press. Washington, D.C..702 p.

NASCIMENTO, C. & Homma, P. (1984). *Amazonia: Meio Ambiente e Tecnológica Agricola.. CPATU/EMBRAPA*, Belém, Pará. 282 p .

PAIVA, Rui Muller (1976). Desenvolvimento da Agropecuária na Amazopnia, no Nordeste e no Centro-Oeste (Grupo de Trabalho). In *O Homem e o Campo*. Fundação Milton Campos, Brasilia. pp. 576-600.

Projecto RADAM-Brazil. (1972-1978) *Levantamento da Região Amazonica*. Vols. 1-12. Ministerio das Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. Rio de Janeiro, Brasil.

SANCHEZ, P. A. and Boul, S.W. (1975) Soils of the tropics and the world food crisis. *Science* 188:598-603.

SANCHEZ, P.A., Bandy, D.E., Villachica, J.H. and Nicholaides III, J.J. (1982). Amazon Basin soils: Management for continuous crop production. *Science* 216:821-827.

SANCHEZ, P. A. (1989). "Soils", In H. Lieth and M.J.A. Werger (eds). *Tropical Rainforest Ecosystems*, Elsevier, Amsterdam, pp 73-88.

SANCHEZ, P.A. (1994). Alternatives to Slash and Burn: A pragmatic Approach for Mitigating Tropical Deforestation. In Anderson, J. R. (ed) *Agricultural Technology: Policy Issues for the International Community*. CAB International/World Bank. pp 451-476.

SERRÃO, E.A., S. and Homma, A.K.O. (1993). Brazil. In NCR-National Research Council *Sustainable Agriculture and the Environment in the Humid Tropics*. pp. 265-351.

SILVA, L.F. (1996). *Solos Tropicais: Aspectos Pedológicos, Ecológicos e de Manejo*. Terra Brasilis Ed. Ltda. 137 p.

SIOLI, H. (1984) Former and recent utilizations of Amazonia and their impact on the environment. In *The Amazon* (ed. H. Sioli), Junk Publishers. Dordrecht, pp. 675-706.

SOIL Survey Staff (1975). *Soil taxonomy. A basic system for soil classification for making and interpreting soil surveys. Handbook* U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C. 436 p.

WILSON, G.F. and Kang, P.T. (1985) Developing stable and productive biological cropping for the humid tropics. In Stonehouse, B. (ed) *Scientific approach to organic farming*. Butterworth, London. pp. 193-203.



# PERSPECTIVAS DO USO E MANEJO DOS SOLOS NA AMAZÔNIA

Sonia Sena Alfaia & Luiz Augusto Gomes de Souza<sup>1</sup>

## INTRODUÇÃO

De acordo com a natureza pedológica, a planície Amazônica pode ser dividida em duas áreas distintas: a terra firme de formação terciária e, planície de inundação propriamente dita, denominada várzea ou terreno quaternário recente. Os solos de terra firme apresentam, em geral, boas características físicas, mas são de baixa fertilidade natural. Os nutrientes presentes nos solos e, principalmente, na biomassa da floresta primária encontram-se em ciclo dinâmico, que é rompido pela conversão da floresta em sistemas agrícolas. Devido a fragilidade desses solos, os projetos agrícolas na região devem considerar como prioridade a manutenção da fertilidade a longo prazo. Contrastando com a terra firme, as áreas de várzea possuem os solos mais férteis de toda a Bacia Amazônica, dada à deposição de sedimentos resultantes das inundações anuais periódicas, formando regularmente uma camada nova de solo fresco proveniente dos Andes. Apesar de representar, em termos relativos, uma pequena fração da Amazônia, as áreas de várzeas tem um papel muito importante, porque é nesses solos que se produz a maior parte das culturas de ciclo curto na região (Alfaia & Falcão, 1993).

Com o processo de expansão da fronteira agrícola na Amazônia, grandes áreas foram desmatadas, principalmente para atividades de pecuária. Cerca de 90% dos solos da região são deficientes em nitrogênio e fósforo, elementos cujos níveis são os mais reduzidos no solo em consequência da atividade agrícola. A adoção de qualquer tecnologia para manutenção e recuperação da produtividade desses solos deve ser economicamente viável e a maioria dos agricultores não tem condições de desenvolver uma agricultura com altos gastos em insumos. Assim, deve-se procurar alternativas de baixo custo que incluem entre outras, a maximização dos processos biológicos que ocorrem naturalmente no solo como a fixação biológica de  $N_2$  e a absorção de fósforo por associações micorrízicas; a obtenção de fontes alternativas de adubos e

---

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Coordenação de Pesquisas em Ciências Agronômicas. Manaus/AM.

adição e mineralização da matéria orgânica nos solos além de sistemas apropriados de produção que sejam compatíveis com o ambiente amazônico e suas populações humanas.

Nesse capítulo são abordados alguns aspectos dos trabalhos desenvolvidos pelo INPA na área de solos e produção agrícola nos últimos anos e perspectivas para o futuro. Informações mais detalhadas sobre o tema podem ser encontradas em Noda *et al.* (1997). O conhecimento dos fatores envolvidos na evolução dos solos da Amazônia tem auxiliado no estabelecimento de estratégias mais adequadas para a conservação das suas características produtivas. Dessa maneira, as pesquisas conduzidas nessa área têm como meta principal criar condições para o aproveitamento e manejo sustentado dos solos.

## NODULAÇÃO E FIXAÇÃO DE NITROGÊNIO EM LEGUMINOSAS DA AMAZÔNIA

A cobertura florística da Amazônia abriga uma grande diversidade de espécies de leguminosas arbóreas fixadoras de  $N_2$ , distribuídas naturalmente em seus diferentes ecossistemas, que podem ser potenciais fornecedoras deste nutriente às culturas associadas, podendo também contribuir para a manutenção da fertilidade do solo. Entretanto, nem todas as leguminosas nodulam e fixam nitrogênio. A maioria das espécies da região ainda não foi avaliada acerca desta propriedade.

Os estudos conduzidos pelo INPA com leguminosas nativas da região amazônica tem permitido identificar e registrar novas informações sobre a capacidade de nodular de espécies pouco conhecidas e ainda não exploradas quanto ao seu potencial fixador de nitrogênio (Moreira *et al.* 1992; Souza *et al.* 1994). A Tabela 1 apresenta um balanço das informações existentes sobre a habilidade nodulífera de leguminosas da Amazônia e nela observa-se que, das 1.294 espécies registradas para a região, apenas 426 foram avaliadas quanto a sua capacidade de nodulação e esta propriedade foi confirmada para 67% das espécies avaliadas, evidenciando que cerca de 2/3 das leguminosas amazônicas avaliadas até o momento, nodulam e fixam nitrogênio. Os resultados deste levantamento também relacionaram a ausência de registros de avaliação da nodulação em espécies abrangidas em 23 gêneros, dos 148 ocorrentes na região (Souza *et al.*, 1997). A partir destes novos registros, seguem-se uma demanda por informações qualitativas e quantitativas que permitam otimizar os benefícios da simbiose entre rizóbios e leguminosas.

Tabela 1. Estágio atual do levantamento da habilidade nodulífera de leguminosas da Amazônia.

Sub-família	Número de gêneros na Amazônia	Número de espécies		
		Constatadas	Avaliadas	Nodulíferas
Caesalpinioideae	50	497	139 (27,97%)	42 (30,21%)
Mimosoideae	22	298	97 (32,55%)	74 (76,29%)
Papilionoideae	76	499	190 (38,08%)	171 (90,0%)
Total	148	1.294	426 (32,92%)	287 (67,37%)

Fonte: Souza et al., 1997

As coletas já realizadas, abrangeram todos os estados da região amazônica, permitindo o primeiro registro da nodulação em várias espécies de interesse econômico, aptas a compor programas de reflorestamento com espécies nativas para a região tropical úmida. Os estudos aplicados voltam-se agora para geração de conhecimentos auto-ecológicos e agrosilviculturais das espécies mais destacadas, que, de modo geral, foram pouco estudadas. Torna-se também importante comprovar a eficiência da inoculação com estirpes de rizóbios isoladas de solos da região, conforme preconizado por Halliday (1984). Um suporte importante para estes estudos é a coleção de rizóbios do INPA, que conta atualmente com 450 estirpes que vem sendo testadas experimentalmente para uso como inoculante. Os resultados obtidos até o presente, fornecem elementos importantes que reforçam a necessidade de selecionar simbioss compatíveis e capazes de maximizar os processos da fixação biológica de  $N_2$ . Os estudos experimentais em condições de campo, também permitiram selecionar várias espécies de leguminosas arbóreas nativas que reúnem características satisfatórias para consórcio em sistemas agroflorestais (Tabela 2).

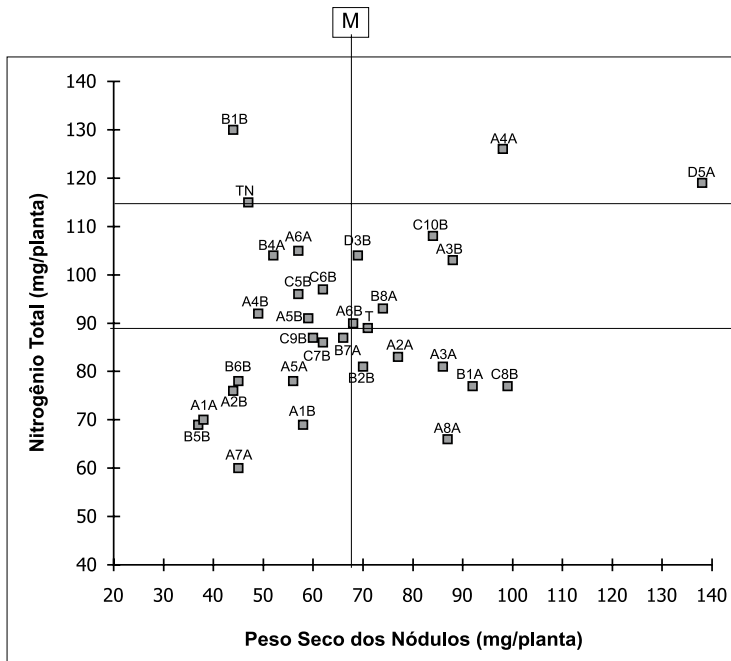
Para uso comercial de estirpes de rizóbio como inoculante, os testes de inoculação efetuados com algumas das espécies mais destacadas evidenciam a necessidade da condução de estudos de seleção de estirpes. Por exemplo, a ingá-cipó (*Inga edulis*) é uma das espécies mais distribuídas em toda a região e sua nodulação é considerada como de baixa especificidade hospedeira, nodulando naturalmente com diferentes grupos de rizóbios. Um estudo específico com esta espécie conduzido por Brito (1997), avaliou a eficiência de 30 estirpes homólogas, isoladas de quatro solos da região. A planta foi cultivada em solo Podzólico Vermelho-Amarelo, pH 4,8. Na Figura 1, é possível observar o efeito da interação entre o peso seco dos nódulos e o teor de nitrogênio total na biomassa foliar de ingá-cipó, em resposta a trata-

**Tabela 2.** Leguminosas arbóreas florestais da Amazônia e suas características para consórcios em sistemas agroflorestais.

<b>Espécie</b>	<b>Nome popular</b>	<b>Fixação de N<sub>2</sub></b>	<b>Características e Vantagens</b>
<i>Inga edulis</i> Mart.	Ingá cipó, Ingá de metro	Sim	Rusticidade, frutos comestíveis, é conhecida da população, crescimento rápido, forragem para animais e adaptação a solos argilosos ácidos
<i>Clitoria fairchildiana</i> Howard	Palheteira, paliteira, sombreiro	Sim	Sombreamento e adubação de cultivos econômicos, forragem, adaptada a aléias (alta rebrota), produção de lenha e varas.
<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Sandw.	Cumaru, cumbaru, baru	Não	Rusticidade, crescimento rápido, frutos comercializados (fonte de cumarina), madeirável, útil no sombreamento de cultivos.
<i>Stryphnodendron guianense</i> (Aubl.) Benth.	Faveira camuzé, camunzé	Sim	Espécie lenhosa para a terra firme, produz lenha, madeira, e tanino para curtume. Rústica e de crescimento rápido, recuperação de áreas degradadas.
<i>Dinizia excelsa</i> Ducke	Angelim pedra, angelim vermelho	Não	Madeirável de grande porte, o m <sup>3</sup> da madeira é comercializado a US\$ 90,00. Plantio em terra firme a pleno sol.
<i>Cedrelinga catenaeformis</i> Ducke	Cedrorana, cedro branco, iacaiaca	Sim	Madeirável para comércio internacional, cresce mais rápido que pinus e eucalipto na Amazônia. Para sombreamento e planta adubadora.
<i>Parkia pendula</i> Benth	Visgueiro, fava de bolota	Não	Madeira de crescimento rápido e copa elevada em forma de taça invertida ideal para consorciamento. Produz goma (resina) 2,5 kg por árvore/por ano.
<i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speg	Angico vermelho, angico	Sim	Madeira comercializável, produz tanino e substâncias bioativas (alcalóide na semente). Para sombreamento e adubação de cultivos
<i>Swartzia polyphylla</i> Benth.	Arabá, piracutaca, pitaíca	Sim	Rusticidade, madeirável para recuperação de solos degradados. Porte elevado, de fácil estabelecimento em solos pobres de terra firme.
<i>Schizolobium amazonicum</i> Huber	Paricá, bandarra	Não	Espécie de rápido crescimento para produção de madeira. Atualmente é umas das leguminosas mais cultivada nos SAF's em Rondônia.

Fonte: (Magalhães & Fernandes, 1983; Souza & Mendonça, 2000)

mentos de inoculação e da adubação com 50 kg de uréia/ha. Verifica-se que as estirpes B1B, A4A e D5A, enquadradas no terço superior horizontal da figura, despontam como altamente eficientes na fixação de  $N_2$ , evidenciada pela interação entre a massa nodular e o nitrogênio total acumulado na folhagem das plantas, maior que a das plantas que receberam somente N na forma deuréia. Destaca-se entre as três a estirpe B1B que apresentou potencial superior ao das estirpes A4A e D5A, por apresentar um elevado acúmulo de N foliar com uma massa de nódulos inferior à média geral encontrada no experimento. O estudo identifica um grande número de isolados de baixa ou intermediária eficiência fixadora de  $N_2$ , situados nos quadrantes inferiores. De fato, a inoculação de *Bradyrhizobium* em ingá cipó pode incrementar o seu conteúdo total e concentração de nitrogênio foliar, além melhorar a absorção de outros nutrientes possivelmente por efeito relacionado a uma independência de suprimento de compostos nitrogenados que permitem a planta um melhor desenvolvimento geral.



M = Média geral do peso seco de nódulos.  
(Fonte: Brito, 1997)

**Figura 1.** Efeito da interação do peso seco de nódulos e nitrogênio total (mg/vaso) de *Inga edulis* em resposta a tratamentos de inoculação e adubação com N-mineral em vasos com solo Podzólico vermelho amarelo.

Diferente das leguminosas herbáceas nodulíferas, que possuem em geral ciclo curto, e que rapidamente completam todos os estágios do seu ciclo, as leguminosas florestais possuem ciclos prolongados. Assim o estímulo principal na fase inicial de preparo e formação das mudas é qualitativo, correspondendo a um maior acúmulo de N foliar. Assim, os efeitos da simbiose, embora não se reflitam num dado momento no desenvolvimento das plantas, pode se tornar indispensável sob condição de campo, que é o ambiente que sucede naturalmente a fase da formação das mudas. Nesta situação, plantas noduladas com estirpes eficientes, que já possuam concentração elevada de N foliar, são mais competitivas que plantas não nodulíferas ou não inoculadas e que podem muitas vezes serem cultivadas sem a presença de nódulos.

## IMPORTÂNCIA DE LEGUMINOSAS NO MANEJO DE SOLOS NA AMAZÔNIA

Entre os principais processos da dinâmica do N no solo, destacam-se a mineralização, a lixiviação e a absorção pelas plantas. Existem poucas informações a respeito dinâmica do N em condições tropicais úmidas, onde a mineralização e a imobilização devem ser importantes (Cahn et al., 1993). Estudos com uréia e sulfato de amônio enriquecidos com  $^{15}\text{N}$ , nos solos de terra firme da Amazônia Central, mostraram que o aproveitamento do N proveniente dos fertilizantes pelas culturas, em condições de campo, é bastante baixo. A Figura 2 apresenta o balanço de fertilizantes nitrogenados em um ensaio com arroz cultivado em um Podzólico Vermelho-Amarelo da Amazônia Central. As perdas de N com à aplicação de uréia foram estimadas em 56% enquanto que com sulfato de amônio estas foram de 66%. Os experimentos de campo, indicam que a lixiviação pode ser a principal causa da baixa eficiência no aproveitamento de adubos nitrogenados pelas culturas (Alfaia, 1997a e Alfaia et al., 2000). Em casa de vegetação (Figura 2), verificou-se também que, dependendo do fertilizante, perdas elevadas de N podem ocorrer (Alfaia, 1997b). Nas condições dessa experiência, as perdas com à aplicação de uréia foram estimadas em 15% e no tratamento com sulfato de amônio estas foram aproximadamente 44%. As perdas provenientes do sulfato de amônio são importantes e provavelmente expliquem a baixa utilização do N pelas plantas na presença desse fertilizante. Considerando que nessas condições, as perdas por lixiviação foram praticamente nulas devido à técnica de cultura utilizada, elas podem ter ocorrido por via gasosa. Esses resultados mostram que há premência de estudos que permitam, não somente quantificar essas

perdas como verificar por que um fertilizante amoniacal, como o sulfato de amônio é mais susceptível a perdas do que a uréia nas condições de solo e clima da Amazônia.

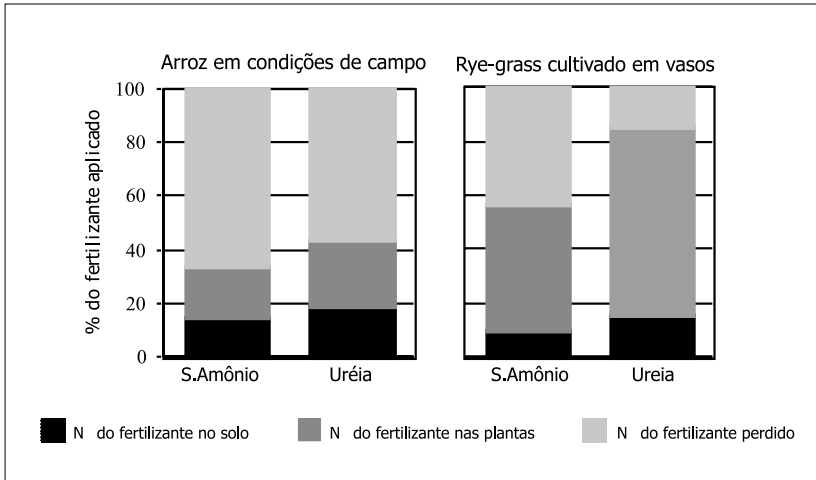


Figura 2 - Balanço do <sup>15</sup>N exportado pelas culturas do arroz e do “rye grass” em um solo Podzólico Vermelho-Amarelo da Amazônia Central.

Uma das alternativas para reduzir a deficiência de N nos solos da Amazônia é o cultivo de adubos verdes, pois uma das vantagens da utilização do N das leguminosas é que estas proporcionam uma liberação mais lenta de N que a dos fertilizantes solúveis, reduzindo assim perdas por lixiviação. Existe na Amazônia, uma grande diversidade de espécies de plantas leguminosas arbóreas fixadoras de nitrogênio. A perspectiva, à médio prazo é a de que algumas espécies sejam selecionadas como componentes de sistemas agroflorestais. Com o cultivo dessas espécies, as vantagens ao sistemas são ampliadas pela incorporação ao solo de matéria orgânica rica em nitrogênio, o que possibilita às culturas não leguminosas consorciadas o benefício indireto da fixação biológica do N<sub>2</sub>, **contribuindo para a sustentabilidade do sistema.**

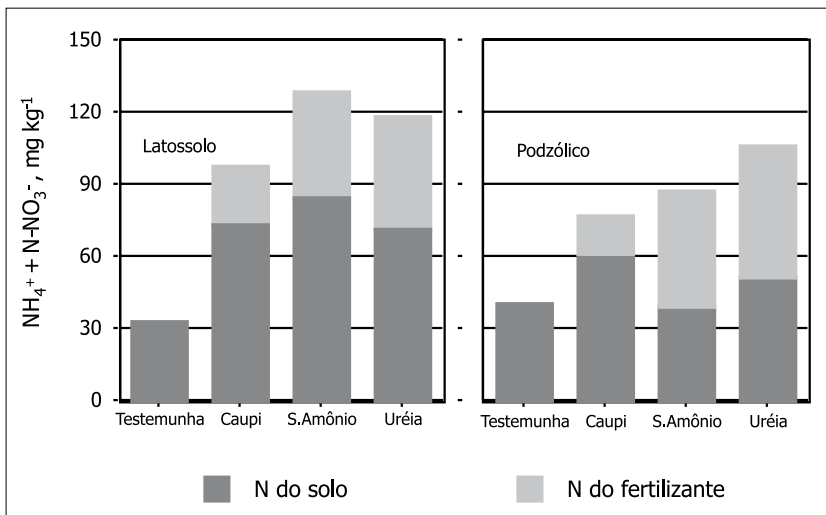
O potencial de plantas leguminosas na melhoria da fertilidade do solo e no fornecimento de nitrogênio às plantas tem sido estudado. Em um ensaio preliminar conduzido para avaliar a mineralização do resíduo de feijão caupi marcado com <sup>15</sup>N nos solos de *terra firme* da Amazônia Central (Alfaia, 1997c), foi observado que a disponibilidade de NH<sub>4</sub><sup>+</sup>+-

$\text{NO}_3^-$  liberados com incorporação do resíduo de caupi no Latossolo não diferiu significativamente da aplicação de  $60 \text{ mg kg}^{-1}$  de N na forma de uréia. No Podzólico, o teor de N-mineral obtido com a incorporação do caupi foi equivalente ao tratamento com sulfato de amônio (Figura 3). Em condições tropicais úmidas, outros trabalhos também têm mostrado o potencial que essa leguminosa apresenta como fornecedora de N para as plantas. Smyth et al. (1987) estudaram o emprego de  $32 \text{ kg ha}^{-1}$  de N de resíduo de caupi como fonte de N. A produção de grãos de milho desse tratamento não diferiu significativamente do tratamento com  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  de N na forma de uréia. Sisworo et al. (1990) mostraram que no período de alta pluviosidade, o N incorporado com o resíduo do caupi foi mais eficientemente utilizado pela cultura do arroz do que o N aplicado como fertilizante. A adição do resíduo de caupi e dos fertilizantes nitrogenados contribuiu para aumentar a mineralização do N orgânico do solo (figura 3). O Incremento da mineralização do N orgânico do solo causado pela adição de substratos orgânicos e fertilizantes nitrogenado tem sido relatado por outros autores como sendo um fenômeno denominado efeito “priming” ou ANI “Added Nitrogen Interaction” (Jansson & Person, 1982; Wickramasinghe et al. 1985; Hart et al. 1986; Azam et al. 1993, Alfaia et. al., 1995). É possível que o efeito “priming” possa também explicar a ausência de resposta à aplicação de doses crescentes de fertilizantes nitrogenados encontrada nos Latossolos por alguns autores (Smyth et al. 1987; Alfaia, 1997b), onde tem sido relatado que pequenas doses de N podem elevar os rendimentos a 90% do rendimento máximo (Van Wambeke, 1992). Esses resultados mostram a importância de se considerar o efeito “priming” nos estudos sobre a disponibilidade de N nos solos de *terra firme* da Amazônia.

Mais recentemente estão sendo desenvolvidos estudos sobre a mineralização do N proveniente de leguminosas arbóreas. Em um ensaio (Figura 4) em condições controladas de incubação foi observado que após 80 dias os valores de nitrogênio mineral na forma de amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) obtidos com incorporação da biomassa de *Gliricidia sepium* em Latossolo, correspondeu a 80% do teor em  $\text{NH}_4^+$  obtido com a aplicação de  $100 \text{ mg kg}^{-1}$  de uréia. Diante de tais fatos foi instalado um ensaio em condições de casa de vegetação para avaliar a capacidade de suprimento de N pelas leguminosas arbóreas ao arroz em substituição ao N mineral. Os resultados obtidos mostraram que tanto a produção de matéria seca, quanto a absorção de N pelas plantas de arroz foram significativamente mais elevadas com a incorporação da biomassa de *Gliricidia sepium*, confirmando o potencial dessa leguminosa como fornecedoras de N para as plantas, nos Latossolos da Amazônia (Figura 5).



Nos solos tropicais, em especial, naqueles altamente inteperizados, a acidez é o principal fator ecológico limitante à maximização dos processos biológicos alvos. Em muitas situações, apenas a adequação do ambiente edáfico através da calagem ou adição de fósforo é suficiente para garantir benefícios biológicos (Siqueira & Moreira, 1996). A Figura 6 mostra que a adição de calagem acelerou a mineralização do material vegetal incorporado ao solo, aumentando significativamente a absorção de N pelas plantas de milho cultivadas em um Latossolo Amarelo coletado em área de pastagem degradada da Amazônia Central.



**Figura 3** - Teor de N mineral proveniente do solo e do resíduo de caupi, sulfato de amônio e uréia, após 60 dias de incubação, em dois solos da Amazônia Central.

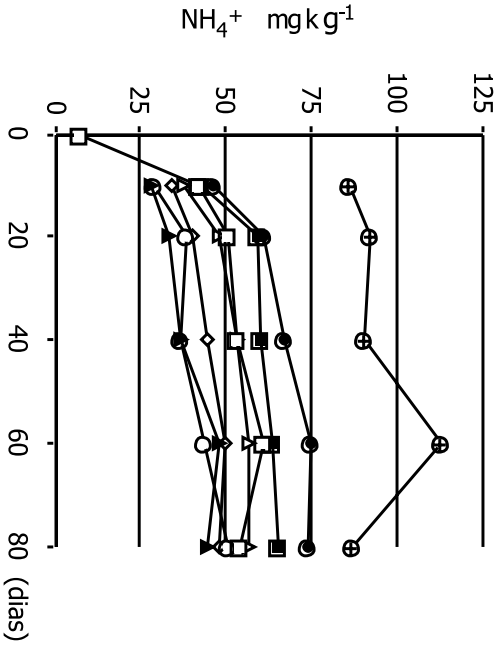


Figura 4 - Teores de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> liberados após 0, 20, 40 e 80 dias de incubação em um Latossolo da Amazônia Central.

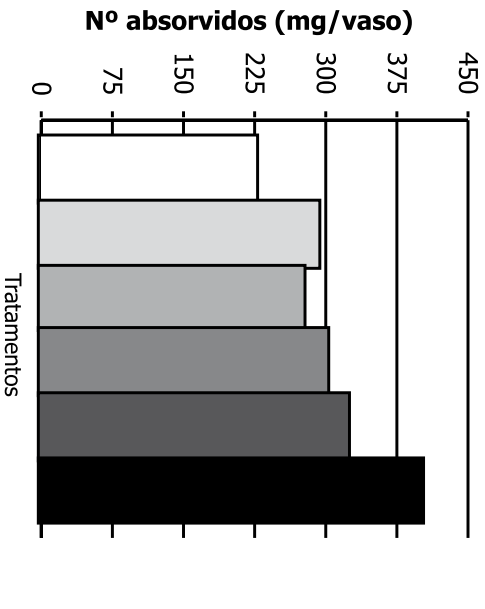


Figura 5 - Efeito da adubação verde na absorção de N pelas plantas de arroz em um Latossolo da Amazônia Central.

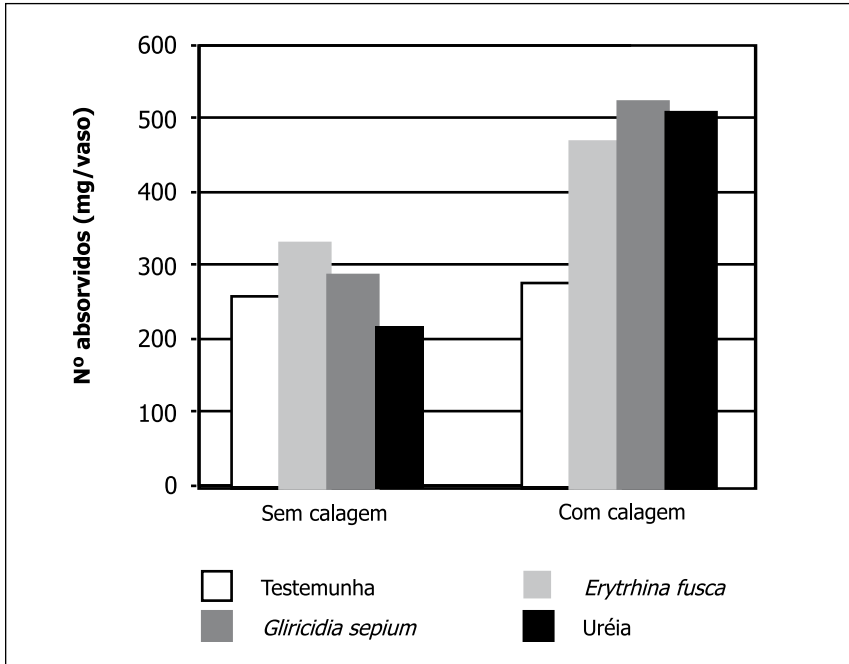


Figura 6 - Efeito da calagem e da adubação verde na absorção de nitrogênio pelas plantas de milho, cultivadas em um Latossolo Amarelo. Média de três repetições

Os teores de fósforo nos solos de terra firme da Amazônia são na ordem de 1-3 mg.kg<sup>-1</sup>, valores considerados extremamente baixos, enquanto que nos solos de várzeas, esses teores geralmente são superiores a 40 mg.kg<sup>-1</sup>, chegando a ultrapassar os 100 mg.kg<sup>-1</sup>. Por ser bastante deficiente nos solos de terra firme, sua aplicação resulta em altas respostas das plantas. Diversas pesquisas com espécies de importância econômica mostraram que aplicações de apenas 20 kg de P.ha<sup>-1</sup> podem resultar em aumentos superiores a 100% no rendimento das plantas. Outros ensaios sobre nutrição com fruteiras nativas da região também mostraram que o fósforo foi o nutriente mais importante para os cultivos das espécies estudadas (Alfaia et al., 1988; Alfaia & Ferreira, 1989).

Na Amazônia, os microrganismos e seus processos são ainda muito pouco conhecidos, considerando a diversidade da flora e de ecossistemas. O uso de microrganismos benéficos como os fungos micorrízicos arbusculares, é de grande importância para a nutrição das plantas, em solos de baixa fertilidade, onde eles maximizam o uso de nutrientes do solo, como o fósforo, e aumentam a fixação biológica de N<sub>2</sub> nas leguminosas nodulíferas, conforme pode-se observar pelos dados da Tabela 3. Mais recentemente foi observado

por Oliveira et. al., (1999) que essa associação planta-fungo influencia a absorção de nutrientes em algumas espécies perenes estudadas na região de Manaus.

Tabela 3 - Efeito de diferentes espécies de micorriza VA na nodulação, crescimento e absorção de N e P em siratro (*Macropitulum atropurpureum*) em Latossolo Amarelo (média de três repetições).

Tratamentos	Matéria seca Parte aérea g/vaso	Nódulos mg/vaso	Absorção	
			P	N
<i>Acaulospora</i> sp.	7,04 a	84,7 ab	5,08 a	149 a
<i>Gigaspora gregaria</i>	4,47 a	34,3 ab	2,71 b	73 c
<i>Gigaspora margarita</i>	4,76 a	41,7 ab	4,26 ab	97 bc
<i>Gigaspora heterogama</i>	6,36 a	89,7 a	4,38 ab	128 ab
<i>Glomus macrocarpum</i>	4,84 a	27,3 b	2,64 b	83 bc
<i>Testemunha</i>	0,48 b	0,0 c	0,06 c	18 d
C.V (%)	23,10	35,40	20,13	19,70

As médias seguidas da mesma letra dentro da coluna não diferem entre si ao nível de 1% pelo teste de Tuckey. Fonte: Bonetti (1984)

## SISTEMAS DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEIS.

O sistema tradicional de uso da terra praticado pelas populações indígenas e pequenos agricultores na Amazônia, substituiu a floresta por roças com culturas anuais, como a mandioca, que são abandonadas após 2 a 3 anos de cultivo. No caso das atividades pecuárias, o período de uso é maior, de 10 a 12 anos (Kitamura 1994), mas a degradação do solo que delas resultam assumem maiores proporções. O problema é que a região não tem um ambiente favorável para culturas anuais ou pasto. Nos últimos anos tem se tornado cada vez mais evidente que a agricultura sustentável em áreas tropicais com solos frágeis, deve incluir um componente arbóreo. Atualmente aceita-se que o futuro da produção agrícola na Amazônia está na exploração de espécies nativas de grande interesse comercial como algumas plantas frutíferas, espécies madeiráveis ou produtoras de alimentos, além de inúmeras espécies fornecedoras de produtos não madeireiros como óleo, resina, medicinais, etc.

No INPA, inúmeras pesquisas têm sido efetuadas com fruteiras nativas da Amazônia, visando torná-las uma opção agrícola, social e economicamente

importante na região. Estão em andamento pesquisas que abrangem desde a conservação de recursos genéticos frutícolas até o desenvolvimento de sistemas de produção adaptados às condições do trópico úmido. A avaliação, melhora-mento e conservação de recursos genéticos de fruteiras nativas da Amazônia, viabilizaram a expansão do cultivo pelos agricultores na região e no país de algumas espécies com potencial econômico como a pupunha (*Bactris gasipae*) (fruto e palmito) e mais recentemente o camu-camu (*Myrciaria dubia*), fruto que possui grande potencial como fonte de ácido ascórbico.

Os consórcios agroflorestais, referem-se à combinação de árvores ou outras culturas lenhosas perenes (plantadas ou não), conjugadas com outras árvores, agricultura ou pastoreio de animais (Nair, 1993). O uso de consórcios agroflorestais vem sendo preconizado como uma alternativa de uso da terra na Amazônia, com possibilidades de promover mudanças positivas ambientais e sociais. Desde a criação da Coordenação de Pesquisas em Ciências Agrônômica do INPA em 1975, o Dr. Warwick Estevam Kerr, sugeriu que a agricultura do trópico úmido brasileiro deveria imitar, dentro do possível, a vegetação predominante da região, ou seja, a floresta. A floresta primária de terra firme tem uma rede densa, profunda e permanente de raízes, o que permite a ciclagem dos nutrientes. As copas das árvores e a liteira protegem o solo contra a erosão e as altas temperaturas. Os sistemas agroflorestais, como a floresta, produzem raízes permanentes e muita biomassa por unidade de superfície e protegem, também, o solo, constituindo uma opção interessante para o uso da terra na Amazônia (van Leeuwen, 1997). No entanto, ainda não existem estudos a respeito da sustentabilidade desses sistemas a longo prazo, assim como ainda são poucas as informações científicas sobre as principais espécies de plantas a serem utilizadas na composição destes modelos de produção. O fato dos sistemas agroflorestais estarem sendo adotados por várias comunidades agrícolas da região, reforça a importância de determinar se esse tipo de sistema de uso da terra na região, é uma alternativa ecologicamente sustentável ao cultivo de pousio, tal como é praticado na Amazônia. Muitos investimentos precisam ainda ser feitos em pesquisas agrônômicas sobre esse tipo de sistema de produção na Amazônia. Isso deve começar com a observação sistemática dos exemplos de sistemas já implantados pelos agricultores da região (Fearnside, 1998). Assim, mais recentemente a atuação da pesquisa do INPA juntos aos agricultores de diversas regiões da Amazônia (Amazonas, Acre e Rondônia) tem auxiliado no estabelecimento de estratégias mais adequadas para o manejo dos recursos naturais para o desenvolvimento de sistemas agroflorestais sustentáveis.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os projetos de colonização agrícola na Amazônia, que receberam um grande impulso com a construção de estradas, como a Trasmazônica, e com o Programa de Pólos de Desenvolvimento Agropecuário e Agromineral no Noroeste (Polonoroeste), foram muito criticados. Embora a floresta exuberante leve a acreditar que a Amazônia seja dotada de solos ricos, isso não corresponde a verdade. A baixa fertilidade natural da grande maioria dos solos da Amazônia tem sido o principal problema para o desenvolvimento da agricultura na região. Para aumentar a produtividade dos solos é necessário o uso de fertilizantes que devido ao elevado custo na região inviabilizam a sua utilização. Portanto, é necessário ampliar o conhecimento sobre os principais tipos de solos existentes para se propor o manejo correto dos recursos dos ecossistemas com reduzida ou nenhuma aplicação de fertilizantes.

As pesquisas na Amazônia têm mostrado que a substituição parcial ou total de fertilizantes nitrogenados e fosfatados pode ser obtida através da maximização dos processos biológicos que ocorrem naturalmente no solo. O suprimento de N fornecido pelas leguminosas fixadoras às culturas não leguminosas, assim como a incorporação de resíduos de plantas leguminosas pode ser uma importante alternativa de manejo para substituição de adubos nitrogenados nesses solos, conforme diversos trabalhos têm demonstrados. O uso de microrganismos benéficos, como estirpes de rizóbio selecionadas e os fungos micorrízicos arbusculares, pode melhorar a capacidade das plantas em absorverem o fósforo e o nitrogênio do solo e com isso, dar maior sustentabilidade aos sistemas produtivos regionais.

Todo o programa de pesquisa deve ser ajustado a realidade da região. Há necessidade de se ampliar o conhecimento sobre sistemas de cultivos agrícolas que sejam compatíveis com o ambiente amazônico e suas populações humanas. Para tanto, deve-se procurar alternativas tecnológicas de baixos insumos, capazes de resolver os problemas de manejo do solo, tornando os sistemas sustentáveis. Algumas alternativas são propostas para implementar a produtividade agrícola e a manutenção da fertilidade do solo como: adoção de sistemas apropriados de produção, a diversificação dos sistemas de produção, aproveitamento e recuperação das áreas já degradadas através da prática de pousio melhorado ou sua conversão em agroflorestas, procurar integrar o plantio de árvores com a produção agrícola intensiva, manter a cobertura permanente do solo, etc.

A atual situação de degradação ambiental e de pobreza na Amazônia aponta para a necessidade das instituições de pesquisas disponibilizarem tec-

nologias que mantenham a a sustentabilidade agrícolas dos solos da região. Assim, algumas linhas de pesquisas são listadas como necessárias, visando manter a capacidade produtiva dos solos (Cravo & Smyth, 1991; Siqueira & Moreira, 1996; MCT, 1999). Estas incluem entre outras:

- o desenvolvimento de sistema de cultivos adaptados às condições amazônicas;
- a seleção de leguminosas tolerantes às condições de elevada acidez e baixa fertilidade, para fins de adubo verde, cobertura do solo e forragem;
- a obtenção de estirpes de rizóbios de alta eficiência fixadora de N para uso como inoculante de espécies de leguminosas nativas da Amazônia;
- o estudo dos fatores que limitam o potencial fixador de N da simbiose rhizobia-leguminosa, bem como das associações micorrizicas VA e de microorganismos solubilizadores de fosfatos;
- a adubação de culturas perenes e semi-perenes de interesse comercial em sistemas de cultivos solteiro e consorciado;
- e a avaliação da economicidade de sistemas agroflorestais,

## LITERATURA CONSULTADA

ALFAIA, S.S; GUIRAUD, G.; JACQUIN, F.; MURAOKA, T. & RIBEIRO, G. A. Efficiency of <sup>15</sup>N-labelled fertilizers for rice and rye-grass cultivated in an Ultisol of Brazilian Amazonia. *Biol Fertil Soils*. 31 (3/4): 329-333, 2000.

ALFAIA, S. S. Destino de fertilizantes nitrogenados (<sup>15</sup>N) em um Latossolo Amarelo cultivado com feijão caupi (*Vigna unguiculata* L.). *Acta Amazônica*, 27(2): 65-72. 1997a.

ALFAIA, S. S. Destino de adubos nitrogenados marcados com <sup>15</sup>N em amostras de dois solos da Amazônia Central. *R. bras. Ci. Solo*, 21(3):379-385, 1997b.

ALFAIA, S. S. Mineralização do nitrogênio incorporado como material vegetal em três solos da Amazônia Central. *R. bras. Ci. Solo*, 21(3):387-392, 1997c.

ALFAIA, S.S. ; JACQUIN, F. ; GUIRAUD, G. Transformation of nitrogen fertilizers in brazilian Amazonia soils. *Arid Soils Reserch and Rehabilitation*. 9:335-340, 1995.

ALFAIA, S.S. & FALCÃO, N.P. Estudo da dinâmica de nutrientes em solos de várzea da Ilha do Careiro no Estado do Amazonas. *Amazoniana*, 12:1-9, 1993.

ALFAIA, S. S. & FERREIRA, S. A. N. Influência de fósforo e potássio no rendimento de frutos de aração-pera (*Psidium acutangulum* D.C) Rev. Bras. de Frut. 11:17-22, 1989.

ALFAIA, S. S. ; CHAVEZ, W. B. F. ; FERREIRA, S. A. N. & CLEMENT, C. R. Efeito de espaçamento e adubação mineral no aração-boi. I. Produção de frutos. In Congresso Brasileiro de Fruticultura, 9, Campinas, SBF, 1988. p.119-123.

AZAM, F.; LODHI, A. & ASHRAF, M. Interaction of <sup>15</sup>N-labelled ammonium nitrogen with native soil nitrogen during incubation and growth maize (*Zea mays* L.). Soil Biol. Biochem., Oxford, 17: 625-630, 1991.

BONETTI, R. Efeito de micorrizas vesiculares arbusculares na nodulação, crescimento e absorção de fósforo e nitrogênio em siratro. R. bras. Ci. Solo, 8:189-192, 1984.

BRITO, V.M. Formação, caracterização e eficiência fixadora de nitrogênio de uma coleção de rizóbio para ingá cipó (*Inga edulis* Mart., Leguminosae). Monografia da FCA/Universidade do Amazonas, Manaus, 44p, 1997.

CRAVO, M.S. & SMYTH, T.J. Sistemas de cultivo com altos insumos na Amazônia brasileira. In SMYTH, T.J.; RAUN, W.R. & BERTSCH, F. (ed). Manejo de Suelos tropicais en latinoamerica. North Carolina state University, Raleigh, 1991. 144-156.

FEARNSIDE, P.M. Agro-silvicultura na política de desenvolvimento na Amazônia brasileira: a importância e os limites de seu uso em áreas degradadas. In GASCON, C.; MOUTINHO, P (eds.). Floresta Amazônica: Dinâmica, Regeneração e Manejo. 1 ed. Manaus, INPA, 1998. 293-312.

HALLIDAY, J. Integrated approach to nitrogen fixing tree germoplasm development. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 19:91-117, 1984.

HART, P.B.S.; RAYNER, J.H. & JENKINSON, D.S. Influence of pool substitution on the interpretation of fertilizer experiments with <sup>15</sup>N. J. Soil Sci., Oxford, 37:389-403, 1986.

KITAMURA, P.C. A Amazônia e o desenvolvimento sustentável. 1.ed. Brasília, EMBRAPA/SPI, 1994. 182p.

MINISTÉRIO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Projeto Desenvolvimento de Tecnologias Agrícolas Adaptadas às Condições Amazônicas. Seminário de Apresentação de Resultados - Centros de Ciência e Projetos de Pesquisa Dirigida, MCT, Manaus, 1999. p.233-248.

MOREIRA, F.M.S.; SILVA, M.F. & FARIA, S.M. Occurrence of nodulation in legume species in the Amazon region of Brazil. New Phytol., 121: 563-570, 1992.



NAIR, P.K.R.: 1993. *An Introduction to Agroforestry*. Kluwer, Dordrecht, Países Baixos, 499p.

NODA, H.; SOUZA, L.A.G. & FONSECA, O.J.M. (ED.). *Duas décadas de contribuição do INPA à Pesquisa Agrônômica no Trópico Úmido*. 1.ed. Manaus, INPA, 1997. 332p.

OLIVEIRA, L.A, GUITTON, T.L. & MOREIRA, F.W. Relações entre as colonizações por fungos micorrizicos arbusculares e teores de nutrientes foliares em oito espécies florestais da Amazônia. *Acta Amazônica*, 29(2): 183-193, 1999.

SIQUEIRA, J.O & MOREIRA, F.M.S. Microbiologia do solo e a sustentabilidade agrícola: enfoque em fertilidade do solo e nutrição vegetal. In: XXII Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas. Livro de Palestras, 1996. 1-42.

SISWORO, W.H.; MITROSUHARDJO, M.N.; RASJID, H. & MYERS, R.J.K. The relative roles of N fixation, fertiliser, crop residues and soil in supplying N in multiple cropping systems in a humid tropical upland cropping system. *Plant Soil*, The Hague, 121:73-82, 1990.

SMYTH, T.J.; CRAVO, M.S. & BASTOS, J.B. Soil nutrient dynamics and fertility management for sustained crop production on LAs in the Brazilian Amazon. In: CAUDLE, N. & McCANTS, C.B., eds. Raleigh, North Carolina State University, Raleigh, NC 1987. p.88-94. (TropSoils technical report 1985-1986)

SOUZA, L.A.G.; SILVA, M.F. & MOREIRA, F.W. Capacidade de nodulação de 100 leguminosas da Amazônia. *Acta Amazônica*, 24:9-18, 1994.

SOUZA, L.A.G.; SILVA, M.F. & MOREIRA, F.M.S. 1997. Associações rizóbios-arbóreas na Amazônia. In: NODA, H.; SOUZA, L.A.G. & FONSECA, O.J.M. (ED.). *Duas décadas de contribuição do INPA à Pesquisa Agrônômica no Trópico Úmido*. 1.ed. Manaus, INPA, 1997. 193-219.

van LEEUWEN, J.; MENEZES, J.M.T.; GOMES, J.B.M.; IRIATE-MARTEL, J.H.; CLEMENT, C. 1997. *Sistemas Agroflorestais para a Amazônia: Importância e Pesquisas Realizadas*. In: NODA, H.; SOUZA, L.A.G. & FONSECA, O.J.M. (ED.). *Duas décadas de contribuição do INPA à Pesquisa Agrônômica no Trópico Úmido*. 1.ed. Manaus, INPA, 1997. 131-146.

van WAMBEKE, A. *Soils of the tropics: properties and appraisal*. 1ed. New York, McGraw-Hill, 1992, 333p.

WICKRAMASINGHE, K.N.; RODGERS, G.A. & JENKINSON, D.S. Transformations of nitrogen fertilizers in soil. *Soil Biol. Biochem.*, Oxford, 17: 625-630, 1985.



# HISTÓRICO DO USO DOS SOLOS DA CAATINGA

João Ambrósio de Araújo Filho<sup>1</sup>

## RESUMO

A pecuária bovina e a agricultura de subsistência constituíram as duas primeiras atividades de ocupação dos solos da caatinga nordestina pelo colonizador branco. Ambas, no entanto, foram conduzidas sem precauções de conservação dos recursos naturais e tornaram-se os fatores mais importantes do extrativismo predatório que, historicamente, vem caracterizando o uso dos solos do Nordeste brasileiro. A primeira notabilizou-se pelo superpastejo e a segunda pelo desmatamento e queimada, ambas responsáveis pelo quadro de degradação generalizada dos ecossistemas da caatinga, e de desertificação dos sertões nordestinos. A recuperação dessas áreas, condição essencial para a viabilização sócio-econômica da Região, pode ser implementada pela adoção de tecnologias de sistemas de produção silvopastoris e agrossilvopastoris

## ABSTRACT

Raising cattle subsistence agriculture were the two first major activities of the occupation of the caatinga soils by the white colonizer. However, both have been conducted without precautions for conservation of the natural resources and they became the most important factors of the predatory extrativism that, historically have characterized the use of the Brazilian Northeastern soils. The first became notable by overgrazing and the second by deforestation and burning, and both were responsible for the panorama of general degradation of the caatinga ecosystems and for the desertification of the northeastern sertões. The recuperation of those areas, essential condition for the socio-economical viabilization of the Region, may be implemented by the adoption of technologies for silvopastoral and agrossilvopastoral production systems.

## INTRODUÇÃO

---

<sup>1</sup> Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Caprinos Sobral/CE. Universidade Estadual Vale do Acaraú.

Traçar o perfil histórico do uso dos solos da caatinga constitui uma tarefa extremamente árdua, principalmente em virtude da escassez da literatura especializada sobre o assunto. Os poucos relatos existentes sobre a ocupação da caatinga pelo homem branco não são tecnicamente precisos, até porque, os autores quase sempre eram pessoas leigas e pouca afeitas à incipiente ciência dos solos de então. Todavia, praticando um trabalho quase detetivesco, buscando evidências que permitam interpretações confiáveis do que realmente estava acontecendo, pode-se compor uma paisagem histórica que, embora carecendo do rigor técnico desejável, oferece uma perspectiva aceitável dos usos e abusos que resultaram no quadro atual das condições da vegetação e dos solos da caatinga.

A caatinga vem sendo utilizada desde tempos pré-descobrimientos como fonte de alimentos para a população humana, seja pela ação catadora de frutos e caçadora dos indígenas, seja pela exploração agrícola, pastoril e madeireira, intensificadas a partir da colonização pelo homem branco. A ação dos povos indígenas sobre os recursos naturais da caatinga, mormente de seus solos, é pouco conhecida. Todavia, relatos do século XVII dão conta de que era de pouco monta e seus efeitos sobre a caatinga se restringia ao cultivo de mandioca, milho e algodão, coleta de frutos e caça de seus animais silvestres. No último caso, já havia a prática de se queimar a vegetação seca para induzir a rebrota e atrair os animais e melhorar as condições para sua captura.

A ocupação dos solos da caatinga pelo colonizador deu-se inicialmente com a ajuda da pecuária, introduzida na Região por volta de 1635. O sistema de divisão de terra adotado era o das sesmarias, que usava o alinhamento da propriedade paralelo ao sentido do curso dos rios. Havia, então, dois tipos de sesmarias: a de campo com 13.068 ha, destinado à criação e a de mato com 10.000 ha para a agricultura.

Assim, tomando por base os cursos dos rios, a exploração pastoril adentrou os sertões. E, como havia necessidade de produção de alimentos para a população humana, com ela vieram também as práticas agrícolas, com base no desmatamento e queimadas generalizadas.

Pode-se deduzir, que a história da ocupação dos solos da caatinga teve por fundamento, na maioria dos casos, o extrativismo predatório desse importante recurso natural, que agora se reflete no avanço dos processos de desertificação dos sertões nordestinos.

Para que se compreenda melhor os reflexos da história do uso dos solos da caatinga, tentaremos apresentá-los de acordo com os tipos de solos mais importantes e seu uso principal. Assim, as práticas agrícolas tenderam a estabelecer-se nos podzólicos, brunos não cálcicos, latossolos, solos litólicos e

areias quartzosas. Por seu turno, a pecuária se concentrou nas áreas recobertas pelos planossolos, solonetz-solodizados e regossolos distróficos. Convém salientar que fatores climáticos diferenciados estão associados também com os diversos tipos de solos

## CARACTERIZAÇÃO DO SEMI-ÁRIDO NORDESTINO

A região dos Sertões ocupa uma área correspondente a 60% da Região do Nordeste Brasileiro, ou seja, o equivalente a cerca de 90 milhões de hectares. O clima é classificado como megatérmico, seco, isto é, as temperaturas médias mensais estão acima de 18 0C e com curta estação das chuvas. Três tipos podem ser identificados:

BShw - com chuvas de verão. Sua área de ocorrência estende-se do sul do Piauí ao oeste da Bahia e de Pernambuco;

BShw' - com chuvas de verão-outono. Predomina no norte do Maranhão e do Piauí, nos Estados do Ceará e Rio Grande do Norte e oeste da Paraíba;

BShs' - com chuvas de outono-inverno. Ocorre na região costeira dos Estados da Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia.

As chuvas, geralmente de origens frontal e convectiva, são caracteristicamente aguaceiros típicos de curta duração e elevada intensidade. A média pluvial varia de cerca de 350 mm anuais nas áreas mais secas a 800 mm nas mais úmidas. Ressalte-se, também, a forte variação local em virtude da presença de serras. Assim, a barlavento das elevações podem ser registrados índices pluviométricos duas vezes superiores aos verificados a sotavento, cobrindo distâncias muitas vezes de poucos quilômetros. Como possível consequência, as áreas agricultadas tendem a concentrar-se a barlavento, para aproveitar o 'efeito de aproximação', enquanto que a pecuária tem seu lugar predominante a sotavento, em virtude da menor pluviosidade das áreas sob a 'sombra da chuva'.

O relevo varia de plano a ondulado. Ao todo foram identificadas 15 classes de solos, destacando-se por sua cobertura geográfica os latossolos, os litólicos, os podzólicos, os brunos não cálcicos e os planossolos solódicos, que juntos perfazem 87% da cobertura edáfica da caatinga.

Cerca da doze tipos de caatinga ocorrem nessa área. Todavia, o percentual de vegetação primitiva é mínimo, sobressaindo-se a ocorrência de caatinga nos mais diversos estádios de sucessão secundária, em virtude da atividade antrópica. Vale lembrar que extensas áreas da caatinga encontram-se em adiantada fase de degradação, já em pleno início de desertificação.

## OCUPAÇÃO DOS SOLOS DA CAATINGA PELA AGRICULTURA

A atividade de exploração dos solos da caatinga pela agricultura indígena não parece ter deixado efeitos marcantes, em virtude de sua pouca intensidade e caráter errático. Foi somente, quando a pecuária iniciou a conquista da caatinga, que as atividades de uso agrícola se intensificaram.

Para entendermos melhor o impacto que as práticas de agricultura adotadas pelos colonizadores tiveram sobre os solos da caatinga, vejamos algumas considerações e recomendações para a exploração de seus solos, que são geralmente pouco profundos, de baixa permeabilidade, de baixo teor de matéria orgânica, mas relativamente ricos em bases trocáveis. Estas áreas recebem anualmente excesso de calor e luz, o que resulta em uma rápida mineralização da matéria orgânica. Sua fertilidade baseia-se, pois, na alcalinidade e riqueza em bases. Assim, os métodos empíricos de exploração destes solos deveriam estar fundamentados no menor distúrbio possível do meio biológico, e reforçando-se o aporte de matéria orgânica, pela manutenção de uma cobertura viva formada por plantas fixadoras de nitrogênio e uma cobertura morta oriunda de restos culturais, esterco e fontes diversas de adubação verde.

Porém, o que aconteceu com a caatinga, foi a aplicação direta de métodos e práticas agrícolas, próprias para solos de clima temperado. Assim matas foram derrubadas, estabeleceram-se lavouras nômades, aproveitaram o humo onde este já existia, queimaram a vegetação em larga escala, expuseram-se os solos à erosão, enfim, saquearam-se os recursos naturais renováveis. E foi assim que se estabeleceu nos sertões nordestinos a agricultura itinerante do desmatamento e das queimadas.

Antes que os solos fossem atingidos, a vegetação sofreu duramente os efeitos dessas práticas. Já em 1861, a Comissão Científica registrava destruição completa de vegetação nativa, principalmente nos contrafortes das serras, em virtude dos desmatamentos e queimadas para plantio de mandioca. Nessa situação, os solos já começavam a erodir, sendo o processo acelerado pela declividade do terreno. A destruição da vegetação primária e sua substituição por mata secundária ou pioneira continuou a passos largos, à medida que a população humana crescia e sua demanda por alimentos aumentava.

Um aspecto muito importante, para se obter alguma sustentabilidade com as práticas da agricultura nômade, consiste no período de pousio, necessário à recuperação da vegetação e do solo. Ora, no caso da caatinga, são precisos cerca de 45 anos para que a vegetação lenhosa possa restabelecer-se satisfatoriamente, ou seja retornar ao complexo arbóreo-arbustivo,

característico desse tipo de vegetação. Durante o período de recuperação da vegetação, o solo, também, recupera sua fertilidade, aumenta seu teor de matéria orgânica e melhora as demais propriedades físicas, químicas e biológicas. Provavelmente, até as primeiras décadas do século 20 o período de pousio estava sendo alcançado, em virtude da população humana ainda ser pequena. A exceção fica por conta de bolsões de áreas que já eram densamente povoadas. Um exemplo é o da serra da Meruoca, no Ceará, onde em 1860, já se chamava a atenção para a destruição generalizada da vegetação para o plantio da mandioca.

Porém, presentemente, em extensas áreas dos sertões nordestino, o período de repouso está abaixo de 10 anos e, assim, não há tempo suficiente para a recuperação do solo e da vegetação. E com isso a fertilidade do solo declina substancialmente, o risco de erosão aumenta, por causa da maior exposição do solo e a produtividade cai.

Embora não haja informações numéricas, relatos de 1860 dão conta da grande produtividade e boa qualidade da produção agrícola nos solos da caatinga, principalmente em milho, feijão, mandioca e arroz. Mas, não precisamos buscar dados históricos para avaliarmos o quanto decresceu a fertilidade dos solos agricultáveis da caatinga, em virtude das práticas da agricultura itinerante. Tomando por base a informação da Secretaria do Desenvolvimento Rural do Ceará, a produção média anual de grãos obtida pelos agricultores situa-se em torno de 400 kg por hectare. Todavia, pode obter-se, em áreas de caatinga recuperada, cerca de 1.640 kg de grãos por hectare/ano, mesmo com as práticas da agricultura das queimadas.

Portanto, o principal problema da redução drástica do período de repouso é a perda da fertilidade do solo, porquanto o processo da sucessão secundária beneficia o solo basicamente em termos da recuperação de sua uberdade. Mas há o segundo efeito, o da erosão, mais grave, pois, em estado avançado, impede a recuperação do solo e da vegetação. No caso, o desmatamento e a queimada, devido resultar na exposição do solo ao impacto do vento e da chuva, aceleram os processos erosivos.

A erosão dos solos da caatinga sob agricultura historicamente vem sendo lembrada por causa de seus efeitos desgastantes sobre o sistema produtivo. Nos solos da caatinga, por causa da dominância de um relevo pouco movimentado, o tipo de erosão predominante tem sido o laminar, o mais insidioso, difícil de ser percebido em suas fases preliminares e o mais abrangente em seu alcance. As práticas de desmatamento e queimada da agricultura migratória têm sido os principais fatores de intensificação da erosão das áreas agrícolas da caatinga, em virtude do aumento da exposição do solo à ação do vento

e da chuva. As conseqüências da erosão são por demais conhecidas, ressaltando-se a perda em produtividade do solo, retardamento da recuperação da vegetação e assoreamento e salinização dos mananciais. Cumpre lembrar que a preservação da mata ciliar constitui uma medida a curto prazo de contenção da sedimentação dos corpos d'água. Todavia, se medidas de manejo conservador da cobertura vegetal da bacia hidrográfica não forem tomadas, o papel da mata ciliar com um filtro contra o assoreamento será rapidamente comprometido. Por outro lado, ironicamente o sucesso dos barramentos sucessivos são a medida da intensidade dos processos erosivos.

## OCUPAÇÃO DOS SOLOS DA CAATINGA PELAPECUÁRIA

O pastoreio, principalmente quando conduzido em sua forma extrema, ou seja, superpastoreio, afeta o solo de duas maneiras principais: pela compactação, resultante do pisoteio, e pelo aumento da exposição à erosão, como conseqüência da diminuição da cobertura vegetal. No primeiro caso, observa-se o aumento da densidade do solo, diminuição da porosidade e da permeabilidade, com a redução da água disponível e impedimento da emergência das plântulas, com a conseqüente redução da cobertura vegetal. No segundo, verifica-se a perda do aporte de matéria orgânica, desestruturação do solo, diminuição da fertilidade e aumento do risco de erosão. A combinação dos dois efeitos significa mais água disponível para o escoamento superficial, e aumento substancial do potencial erosivo.

A pecuária tem sido historicamente a vocação de exploração dos ecossistemas da caatinga. A conquista da caatinga, na realidade, se deu pela pecuária, que forneceu a alimentação e as bestas de carga para transporte. De acordo com relatos antigos, o potencial pastoril dos sertões de há muito era conhecido. A partir da introdução da semente pecuária na caatinga, o ritmo de crescimento dos rebanhos foi aparentemente intenso. Por exemplo, na região de Sobral, nos últimos anos do século XVII já havia fazendas criando acima de mil vacas de produção. Até meados do século XVIII, os carros de boi que faziam a ligação entre as cidades e vilas eram contados aos milhares. E a indústria da carne de charque florescia em alguns estados nordestinos que eram grandes exportadores dos produtos. Em Aracati, no Ceará, por exemplo, nos meados do século XVIII eram abatidos anualmente 18000 bois. Estabeleceu-se, então na Região a Civilização do Couro.

Mas, todo esse contingente bovino era criado nas pastagens nativas da



Caatinga, em um regime ultra-extensivo, onde os cuidados com os animais e com as pastagens eram os mínimos possíveis. Não havia cercas para delimitar as propriedades e o gado era criado à solta. Mesmo assim, pode-se especular que havia condições de superpastoreio, levando-se em conta o hábito gregário de pastoreio e a seletividade dos bovinos. Ademais, as secas periódicas causavam grande mortalidade nos rebanhos, talvez até em função do elevado número de animais e da redução drástica da disponibilidade de forragem. Por volta de 1860 já havia recomendações para se ressemeiar e arborizar os pastos nativos para melhorar sua produtividade. As secas do final do século XIX e começo do século XX são tidas como determinantes do começo do fim do apogeu da pecuária bovina nos sertões nordestinos. O cercamento das pastagens, intensificado no início do século XX, em muito tem contribuído para o aumento e generalização do superpastoreio com suas mazelas para a vegetação e para o solo.

E o que restou dessa grande atividade exploratória dos recursos naturais? Presentemente, as principais áreas pastoris tendem a concentrar-se a sota-vento das regiões serranas, onde o baixo índice pluviométrico e a dominância de solos dos tipos planossolos solódicos, regossolos e solonetz solodizados impedem o estabelecimento até mesmo de uma agricultura de subsistência e resultam em coberturas vegetais do tipo savana, com ocorrência em larga escala de vegetação herbácea.

Assim, a degradação das pastagens nativas encontra-se presente em praticamente toda a região sertaneja. Em algumas áreas ela se manifesta com maior intensidade nas mudanças da composição florística da vegetação, patenteando-se pela larga dominância de espécies botânicas, herbáceas anuais ou lenhosas arbustivas, todas de baixo ou nenhum valor forrageiro. Por outro lado, em extensas áreas dos sertões, os solos já estão sendo atingidos e a erosão laminar, caracterizada pelo crescente aparecimento de seixos rolados, pela compactação do solo e pela exposição do horizonte B, está se tornando onipresente. Com isto, o processo da desertificação avança pelo semi-árido nordestino, resultante principalmente dos séculos de depredação dos recursos de solo e vegetação pelas explorações agrícola e pastoril.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar da carência de informações que norteiem com maior segurança os caminhos do histórico do uso dos solos da caatinga, desde o advento dos primeiros colonizadores, pode-se com certa segurança deduzir que as atividades agropastoris na caatinga levaram em conta pouca ou nenhuma

preocupação com a conservação dos recursos naturais de vegetação e solo.

As práticas da agricultura nômade e o superpastoreio continuam intensificando o quadro generalizado de degradação dos ecossistemas no semi-árido, direcionando-os rumo à desertificação. A situação se agrava, de um lado pela crescente redução da biodiversidade e da cobertura do solo causadas pelo desmatamento e queimadas e do outro, pelo fato de os criadores estarem optando pela exploração de ovinos e caprinos que, se conduzida nas mesmas bases históricas da de bovinos, irá certamente aumentar os riscos de erosão do solo pela redução acelerada da cobertura vegetal. Porquanto, dados a elevada capacidade seletiva e hábito de pastejo desses pequenos ruminantes, os efeitos do superpastoreio de ovinos e caprinos são bem mais deletérios e profundos que os de bovinos.

A recuperação desses ecossistemas ainda é possível, mas seu ônus é elevado. Tecnicamente, o desenvolvimento e adoção de sistemas de produção silvopastoris e agrossilvopastoris podem ser a melhor opção, principalmente para agricultura familiar, em virtude das áreas das propriedades serem diminutas e, com isto, a intensidade de uso ser maior. Nesses sistemas, a fixação da agricultura é um objetivo a ser alcançado, com base na recuperação dos solos, principalmente pelo aporte de matéria orgânica. Por outro lado, a inclusão da pecuária, conduzida sob condições de manejo conservador da pastagem, deve atuar como um agente de integração entre os componentes do sistema de produção, mormente no que tange à distribuição e balanceamento dos nutrientes do solo.

## LITERATURA CONSULTADA

ARAGÃO, R.B. História do Ceará, 3 ed., 1990. v.1, 382p.

ARAÚJO FILHO, J.A. Sistemas agrícolas sustentáveis para regiões semi-áridas. Essentia, Sobral, Ceará, 2000, v.1, n.3, p.53-55.

BRAGA, R. História da comissão científica de exploração, Fortaleza: Imprensa Universitária do Ceará, 1962. 405 p.

DUQUE, G. O Nordeste e as lavouras xerófilas, 3 ed. Mossoró: ESAM, 1980. 316 p. (Coleção Mossoroense, 143).

DUQUE, G. Solo e água no polígono das secas, 5 ed. Mossoró: ESAM, 1980. 273 p. (Coleção Mossoroense, 142).

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema Brasileiro de classificação de solos . Brasília: SPI, 1999. 412p.

JACOMINE, P.K.T. Solos sob caatingas – características e uso agrícola. In ALVAREZ V., FONTES, M.P.F. eds. O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e desenvolvimento sustentado. Viçosa, SBCS/UFV-DS, 1996.p.95-111.

LEITE, F.A.B., LEITE, F.R.B., CARVALHO, G.M.B.S., SANTOS, S.M. Diagnóstico Geoambiental do Município de Irauçuba – CE, Fortaleza: SEMACE/ SUDENE/ Instituto Desert, 2000, 17p.

LIMA, D.A. Um pouco de ecologia para o nordeste Recife, 1972. 76 p. (Coleção Mossoroense 232).

LOEFGREN, A. Notas Botânicas, 2 ed. S.l. Imprensa Inglesa, 1923. 103 p. (Coleção Mossoroense, 195).

SISTEMA do pequeno agricultor do seridó norte –rio-grandense: a terra, o homem e o uso. Mossoró: ESAM, 1983. 199 p. (Coleção Mossoroense, 276).

SOBRINHO, T.P. História das Secas (Século XX), 2 ed. Mossoró: ESAM, 1980. 539 p. (Coleção Mossoroense, 226).

THE YEARBOOK OF AGRICULTURE: Washington: The United States Department of Agriculture.



# PERSPECTIVAS DE USO DO SOLO NO SEMI-ÁRIDO NORDESTINO

Everardo Vasconcelos Sá Barreto Sampaio<sup>1</sup> &  
Rômulo S. C. Menezes<sup>1</sup>

## INTRODUÇÃO

O semi-árido nordestino cobre uma enorme área e tem uma grande diversidade de situações ecológicas. A área delimitada como semi-árida depende da definição adotada para semi-aridez (Sampaio & Salcedo 1997) mas, em geral, vai de 600 a 900 mil km<sup>2</sup> (Souza et al. 1994). A diversidade pode ser exemplificada no zoneamento AGROECOLÓGICO do Nordeste (Silva et al. 1993): o semi-árido abrange pelo menos parte de 17 das 20 grandes unidades de paisagem em que foi dividido o Nordeste, e 105 das 172 unidades geoambientais. Toda esta área tem em comum a baixa relação entre precipitação e evapotranspiração, o que resulta, em geral, em falta de água para o crescimento das plantas. Mas a disponibilidade de água, além de condicionada pela chuva, é influenciada pela posição topográfica, pela capacidade do solo em reter água e pela possibilidade de irrigação (Menezes & Sampaio, prelo). A combinação destes fatores cria um mosaico de situações que não tem sido devidamente apreciado. O resultado tem sido generalizações muito amplas sobre a região, recomendações muito simplistas quanto a suas possibilidades de aplicação e avaliações insuficientes das perspectivas de uso do solo.

Um dos resultados desta visão superficial tem sido a política governamental orientada quase que exclusivamente para a agricultura irrigada de grandes projetos. Ela é válida em contemplar o maior potencial agrícola da região mas é restrita a áreas relativamente pequenas (Sampaio & Salcedo 1997). Uma política para a área maior, não irrigada, não foi ainda bem definida mas começa a se cristalizar (Duarte 1999) em torno da recomendação do CPATSA (Guimarães Filho et al. 1995) do sistema de pecuária caatinga - buffel - leucena (CBL). O sistema é válido como uma das opções da pecuária, mas não é a única e não pode ser generalizado para todo o semi-árido. Essa generalização leva ao reconhecimento de apenas dois eixos de ação para o semi-árido (irrigação e sistema CBL) e à recomendação, nas áreas de aplicação

---

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. Recife/PE.

do CBL, de uma política de estruturação fundiária, com propriedades mínimas de 100 ha, que o próprio autor reconhece como impraticável (Duarte 1999). Estes dois eixos contemplam apenas uma parte das ações que seriam necessárias.

Numa visão mais abrangente, pelo menos três eixos de ação têm de ser trabalhados no semi-árido: 1) a agricultura irrigada; 2) a produção animal; e 3) a agricultura de sequeiro. A primeira vista, os dois primeiros eixos parecem repetir os do parágrafo anterior, acrescentando-se o da agricultura de sequeiro. Na realidade, cada um destes três eixos apresenta subdivisões e os dois eixos do parágrafo anterior correspondem apenas a uma parte destas subdivisões. Por exemplo, a irrigação tem sido vista quase exclusivamente como grandes projetos localizados em poucos municípios, às margens dos grandes rios, especialmente o São Francisco. Esta visão tem excluído uma multiplicidade de pequenas irrigações, amplamente disseminadas, que aproveitam fontes de água de menor porte e até cursos intermitentes. Obviamente, o eixo de ações da produção animal não pode se restringir ao sistema CBL. Outros sistemas de manejo podem ser mais adaptados em algumas das diferentes condições sócio-econômicas e ambientais das muitas zonas agroecológicas do semi-árido. A agricultura de sequeiro tem um baixo potencial econômico no semi-árido mas ocupa a maior parte das terras agrícolas e da mão-de-obra rural e é a única agricultura possível na maioria das propriedades. Ainda que sua sustentabilidade seja questionável e que sua importância tenda a diminuir ao longo prazo, vai continuar a ser o esteio de uma parte considerável da população do semi-árido e não pode ser ignorada. Portanto, cada um dos três eixos de ação, com suas subdivisões, continuará a ter seu papel na economia do semi-árido e pode ser melhorado, com os conhecimentos atuais e com os gerados nas pesquisas de que devem ser objeto.

Este trabalho trata das perspectivas de uso do solo, dentro dos três eixos, incorporando a abordagem dos módulos definidos em trabalho anterior (Sampaio & Salcedo 1997). Este trabalho anterior e outro mais recente (Menezes & Sampaio, prelo) trataram da sustentabilidade da agricultura no semi-árido, assunto que se sobrepõe ao tema do presente trabalho. Neles, foi feita uma ampla revisão do conhecimento, no semi-árido nordestino, dos fatores de sustentabilidade da agricultura ligados ao uso do solo. Não faz sentido repetir esta revisão no presente trabalho e ela é relativamente recente para merecer uma atualização maior que simples acréscimos pontuais. Portanto, o presente trabalho apoia-se nos anteriores, fazendo largo uso das suas conclusões. O ponto principal deste trabalho é o confronto das idéias desenvolvidas anteriormente com os dados do censo agropecuário de

1995/1996, só disponíveis a partir de 1998. A cada um dos três eixos de ação corresponde uma seção do trabalho.

Deve-se, ainda, enfatizar que estes três eixos de ação e suas subdivisões podem ser trabalhados de forma independente mas a sua integração é mais racional. Ela confere mais resiliência aos sistemas, pelo aumento na diversidade de uso que amortiza os efeitos da heterogeneidade espacial e temporal que é associada à variabilidade da disponibilidade hídrica. A diversidade nos sistemas de uso permite maximizar a utilização dos recursos disponíveis nos diferentes nichos do ecossistema, podendo proporcionar aumento na produção de biomassa e na retenção de nutrientes no ecossistema. Com isto, a exploração do semi-árido pode alcançar maior sustentabilidade.

## AGRICULTURA IRRIGADA

Como água é o elemento limitante no semi-árido, a irrigação pode resultar em grandes aumentos de produção. Ela pode ser permanente, ao longo dos grandes corpos de água, ou temporária, nas áreas próximas a açudes e rios intermitentes. São duas subdivisões deste que tem sido o eixo principal de ação no semi-árido nordestino. A permanente ocorre principalmente ao longo dos rios São Francisco, Açu e Jaguaribe. A área do São Francisco já tem características sócio-econômicas (notadamente renda per capita) que a diferenciam do restante do semi-árido (Duarte 1999), impulsionadas pelo aumento da produção agrícola. Muito tem sido escrito sobre esta área e este trabalho não pretende demorar-se no assunto. No entanto, é útil começar a examinar os dados do censo por esta mesorregião diferenciada. A mesorregião do São Francisco, em Pernambuco, é a que mais retrata o efeito da irrigação de grandes projetos. Dos 112 mil ha de lavouras permanentes e temporárias da mesorregião, um pouco mais de 1/3 (42 mil ha) são irrigados, a maior proporção entre as mesorregiões selecionadas como abrangendo o semi-árido (Tabela 1). A proporção é praticamente a mesma (36%) quando é calculada como o número de propriedades com irrigação em relação ao número total de propriedades. Que esta proporção também seja semelhante à de propriedades que usam fertilizante químico (34%) não é mera coincidência mas um reflexo da tentativa de melhorar as condições do solo, uma vez resolvido o problema da água. O resultado é o maior valor, no semi-árido, de produção vegetal anual por área de lavoura plantada (R\$1107 ha<sup>-1</sup>) e por propriedade (R\$5376 propriedade<sup>-1</sup>). O valor calculado apenas para a área irrigada, atribuindo-se à área não irrigada a média da mesorregião vizinha (Sertão, PE; R\$243) dá

R\$3500 ha<sup>-1</sup>. Não são necessários mais dados para demonstrar a capacidade da irrigação de aumentar a produção agrícola a nível regional. Obviamente, os dados das microrregiões e dos municípios onde se concentra a irrigação são muito mais flagrantes.

A mesorregião do Vale Sanfranciscano da Bahia, por sua grande dimensão (4 vezes maior que a de Pernambuco), mostra menos o efeito da irrigação. Ela tem a maior área irrigada (56 mil ha) mas esta corresponde a apenas 20% da área de lavoura da mesorregião e grande parte da área restante tem baixa capacidade produtiva. Com isto, as maiores produtividades obtidas com a irrigação ficam diluídas. Mesmo assim, o valor da produção vegetal anual por área (R\$458 ha<sup>-1</sup>), ainda é o quinto, depois apenas dos obtidos no São Francisco de Pernambuco e nos agrestes de Sergipe, Alagoas e Pernambuco.

A irrigação nos vales do Açu e do Jaguaribe têm resultados bem menos espetaculares que a do São Francisco. As áreas são menores e também ficam diluídas em vastas áreas de propriedades pouco produtivas. Na mesorregião Oeste do Rio Grande do Norte, a área irrigada (17 mil ha) corresponde apenas a 8% da área de lavouras. O impacto na produção agrícola não aparece no valor anual da produção por área (R\$369 ha<sup>-1</sup>), pouco maior que a média geral do semi-árido (R\$331 ha<sup>-1</sup>), mas o valor por propriedade é o segundo maior (R\$2612 propriedade<sup>-1</sup>), por conta da maior área média de lavoura por propriedade (7 ha). Parte desta maior área por propriedade pode ser resultado da irrigação. A irrigação no Jaguaribe ocupa não só parte da mesorregião do Jaguaribe mas também a do Centro-Sul Cearense. São áreas de 27 e 11 mil ha que correspondem a 13 e 14% das áreas de lavoura de cada mesorregião e estão em propriedades que perfazem 22 e 17% do total da mesorregião. Como a mesorregião potiguar, a do Jaguaribe tem um valor anual de produção (R\$333 ha<sup>-1</sup>) próximo ao da média regional mas o terceiro valor por propriedade (R\$2197 propriedade<sup>-1</sup>). A do Centro-Sul não se distingue, em nenhum parâmetro, das mesorregiões com pouca irrigação. O impacto só pode ser ressaltado tomando-se a microrregião ou, melhor ainda, os municípios onde se concentra a irrigação. Parte da irrigação destas mesorregiões já não se enquadra no tipo de grandes projetos.

A irrigação ocasiona aumentos nas produções e produtividades mas os resultados ainda poderiam ser melhores. Isto já foi tratado em trabalho anterior (Sampaio & Salcedo 1997). O valor alto da produção está relacionado a culturas nobres, como uva e manga, mas uma boa parte da área irrigada é plantada com culturas tradicionais de baixo preço, como milho e feijão, e com produtividades modestas. Em só uma destas mesorregiões, incluindo a área não irrigada, a produtividade de milho ultrapassa de pouco 1000 kg



ha<sup>-1</sup> (Centro-Sul CE) e a de feijão 500 kg ha<sup>-1</sup> (Oeste RN). Na primeira, o milho ocupa 53% da área de lavoura; na segunda, o feijão ocupa 22%. A água dos grandes rios, principalmente o São Francisco é de boa qualidade e os riscos de salinização são baixos mas a aplicação é irregular, com tendência a ser excessiva. A maior parte da área irrigada, mesmo nos grandes projetos, ainda não tem sistema de drenagem. O acompanhamento da fertilização é precário, sendo muito provável que haja limitações de nutrientes, em alguns locais, e excesso de aplicação, com perdas, em outros.

Recomenda-se: 1.1) delimitar com mais precisão as áreas irrigáveis em outras bacias, além da do São Francisco; 1.2) definir a expansão das áreas irrigadas, uma vez esgotadas as áreas de solos mais favoráveis, para solos com maior facilidade de manejo hídrico e menor risco de salinização, dando menos ênfase à sua fertilidade natural; 1.3) incentivar a substituição de culturas tradicionais, de baixa rentabilidade, por culturas mais rentáveis; 1.4) estabelecer sistemas de drenagem; 1.5) difundir técnicas adequadas de manejo agrícola, incluindo técnicas simples e eficientes do controle de fornecimento de água e fertilizantes; 1.6) estabelecer monitoração periódica dos processos de salinização e de compactação.

A irrigação periódica (restrita a apenas parte do ano) e a permanente em bacias menores têm uma difusão e uma importância muito maior que a atenção que têm recebido. Elas ocupam vazantes e revoas de açudes e vales de rios de médio e pequeno porte, até intermitentes. A área irrigada das mesorregiões tratadas anteriormente, onde predomina a irrigação permanente, soma 153 mil ha mas há, espalhadas nas outras mesorregiões do semi-árido, 205 mil ha irrigados. Ela prevalece em algumas mesorregiões do Ceará (Norte e Noroeste), Paraíba (Sertão), Pernambuco (Agreste) e Bahia (Centro-Sul) mas ocorre em todas as mesorregiões. A área do Centro-Sul da Bahia merece destaque especial por seu valor absoluto (49 mil ha) mas a proporção para a área de lavoura foi de menos de 7%, semelhante às de todas estas outras mesorregiões destacadas (5-10%). Naturalmente, as mesorregiões não destacadas têm proporções ainda menores, chegando a 0,2% no Sertão de Alagoas. Com proporções tão baixas, o impacto na produção regional fica muito diluído. No entanto, o potencial é grande e estas áreas irrigadas constituem locais de exceção no semi-árido e, na perspectiva atual, vão continuar a ser exploradas, ainda que algumas tenham riscos grandes à sua sustentabilidade. Se não forem tomadas medidas preventivas, a exploração pode continuar até que a degradação torne sua produtividade anti-econômica.

Os riscos da irrigação nestas áreas são muito maiores que nas dos grandes rios. As águas que usam são de pior qualidade e, na ausência de drenagem, podem levar a salinização. Mesmo em projetos governamentais, como alguns

dos perímetros do DNOCS, isto tem acontecido. Estas áreas tendem a ter menos assistência técnica e os produtores tendem a não usar insumos, como fertilizantes. É revelador verificar que o número de propriedades com irrigação é maior que o número de propriedades que usam fertilizante químico em muitas das mesorregiões ao norte de Pernambuco, enquanto de Pernambuco para a Bahia a situação se inverte.

Por estas razões, com base em discussões mais detalhadas nos trabalhos anteriores, recomenda-se: 1.7) identificar e mapear, em escala grande, as áreas de irrigação periódica e de irrigação permanente nas pequenas bacias. Estas áreas deveriam ter prioridade nos levantamentos de solo; 1.8) estudar, a nível de propriedades e regional, o conflito entre uso dessas áreas para agricultura ou para suporte da pecuária; 1.9) as mesmas recomendações listadas antes sob os números 1.3, 1.4, 1.5 e 1.6.

Antes de encerrar o assunto de irrigação, vale a pena recordar que a área irrigada atual no semi-árido (350 mil ha) corresponde apenas a 6% da área de lavoura e a 0,8% da área das propriedades. Esta área deve continuar a ser ampliada com investimentos oficiais e particulares, ainda que o ritmo de ampliação tenha caído nos últimos anos. Mesmo admitindo-se que, a médio ou longo prazo, atinja os 2 milhões de ha, como tem sido proposto, ainda corresponderá a menos de 5% da área das propriedades e pouco mais de 2% da área total do semi-árido. Portanto, é imprescindível estabelecer eixos de ação para a área maior que não receberá irrigação.

## PRODUÇÃO ANIMAL

A produção animal é mais resiliente que a produção agrícola, nas condições de alta variabilidade climática do semi-árido nordestino, e ocupa uma vasta área pouco propícia à agricultura (Menezes & Sampaio, prelo). Ainda que no semi-árido como um todo, o valor da produção animal seja inferior ao da produção vegetal, em várias das mesorregiões o valor da produção animal é maior (Tabela 2). Em geral, elas correspondem à parte mais seca da região e onde há menos áreas irrigadas. Nestas mesorregiões, a preponderância atual da pecuária é mais o resultado do declínio da agricultura que do progresso da produção animal, já que, em todas elas, em 1980, a produção vegetal tinha maior valor que a animal. De uma maneira geral, a população bovina supera a ovina e a caprina mas em algumas mesorregiões ocorre o contrário. Em décadas passadas, a população de caprinos era maior que a de ovinos mas, no último censo, a situação inverteu-se.

A maior parte destes animais é criada em pastos nativos, que compreendem 30% da área das propriedades nas mesorregiões do semi-árido, mas os pastos plantados já cobrem 14% das propriedades. Esta última proporção vem crescendo lentamente, tendo sido 11% em 1980 e é muito desigual na região, sendo bem mais alta em Sergipe e Bahia (16 a 38%) e nos agrestes de Alagoas (37%) e de Pernambuco (21%). A carga animal por área de pastagem não se alterou muito, de 1980 para 1995, sendo em média 0,8 animais ha<sup>-1</sup>, calculando-se em termos de bovinos e considerando-se 8 ovinos ou 8 caprinos como equivalentes a 1 bovino. Como quase metade das áreas das propriedades é coberta com pastos nativos e plantados, fica patente a importância espacial da pecuária. Essa importância é reforçada pelo uso de grande parte das áreas de agricultura para alimentação temporária de animais, aproveitando os restos das lavouras.

A grande limitação da pecuária, no semi-árido, é a falta de forragem na época seca. Os pastos plantados são mais produtivos que os nativos mas têm o mesmo problema de sazonalidade da produção, as vezes até de forma mais grave que o dos pastos nativos pela menor diversidade de espécies (Menezes & Sampaio, prelo). Esta é uma das justificativas da inclusão da caatinga no sistema CBL (caatinga - buffel - leucena). Além do sistema CBL, têm sido recomendados os métodos de raleamento e rebaixamento da caatinga como formas de aumentar a disponibilidade de forragem (Araújo Filho 1990). Essas práticas de manejo da caatinga, que têm como base a preservação de parte do estrato arbóreo, seja na forma de faixas, bosquetes ou árvores isoladas, têm bom potencial para controle da erosão do solo, embora ainda não existam dados disponíveis sobre esse possível controle. Em outras regiões semi-áridas do mundo, sistemas silvopastoris tem-se mostrado capazes de amortizar os efeitos negativos da alta variabilidade da precipitação pluviométrica (Sanchez 1995). Árvores ou arbustos perenes, ao contrário das herbáceas e culturas anuais, podem explorar nichos do solo em camadas mais profundas e são capazes de parar o crescimento em períodos de seca e retomá-lo rapidamente nos momentos de umidade favorável. Além disso, a presença de árvores pode contribuir para a manutenção da fertilidade do solo. Na região semi-árida de Pernambuco, a preservação de espécies arbóreas em pastagem de capim buffel (*Cenchrus ciliaris*) afetou as características microclimáticas, levando a uma aceleração na ciclagem de nutrientes e a um aumento da disponibilidade de N e P para o estrato herbáceo (Menezes & Salcedo 1999, Menezes et al. 2000, prelo).

Como suprimento na época seca, são ainda plantados capins diversos, geralmente de corte, nas várzeas ou locais mais úmidos, por vezes até com

irrigação, e são feitos plantios de palma (112 mil ha no semi-árido), geralmente em encostas com solos férteis. Não cabe a esse trabalho estender-se sobre melhorias possíveis no manejo da pecuária, exceto no que concerne aos efeitos no uso do solo, mas é sabido que a preservação dos recursos naturais está intrinsecamente ligada ao nível de desenvolvimento humano (Singh et al. 1998). Portanto, práticas que proporcionem aumentos de produtividade e retorno econômico podem contribuir para a adoção de práticas conservacionistas por parte dos pecuaristas na região semi-árida. Os pastos plantados e os roçados de palma são mais sujeitos à erosão do solo que as áreas de vegetação nativa. Entretanto, não foram encontrados dados publicados sobre o efeito destas práticas e manejo sobre a erosão, no Nordeste. Capins, em geral, retêm bem o solo mas é possível que o efeito seja menor nas primeiras chuvas depois da época seca, quando o solo deve estar descoberto pelo consumo quase total das plantas, em função da carga animal excessiva usual na região. As plantas de palma oferecem pouca proteção ao solo e é freqüente se observar marca de erosão nos seus roçados.

O plantio de capins nas áreas mais favoráveis, substituindo as culturas tradicionais, tem diversas implicações. Encaixa-se na recomendação de melhoria da pecuária mas leva a uma menor importância da agricultura. A produção do capim pode ter menor valor que a das culturas mas, no contexto geral da propriedade, pode ser mais vantajosa, por resolver a questão do gargalo da produção animal, com forragem na época seca. A produção de capim pode requerer menos mão-de-obra que a das culturas. Neste caso, pode criar um problema de liberação da força de trabalho que já é ociosa na região. Esta é uma implicação a ser considerada quando se faz a recomendação de apenas dois eixos de ação para o semi-árido (agricultura irrigada e pecuária).

O valor anual médio, no semi-árido, da produção animal por área das propriedades é relativamente baixo (R\$39 ha<sup>-1</sup>) e apenas duplica se for calculado por área de pastagem (R\$88 ha<sup>-1</sup>). A variabilidade destes valores entre as mesorregiões é acentuada mas, mesmo onde ele é mais alto (Agreste PE) atinge apenas R\$180 e R\$305 por ha de propriedade e de pastagem, respectivamente. Os valores anuais da produção vegetal por área de lavoura são bem mais altos (média de R\$331 ha<sup>-1</sup>). Os custos da produção animal podem ser mais baixos que os da produção vegetal, principalmente onde ela é extensiva mas, ainda assim, o fato de que a pecuária ocupa as áreas menos apropriadas para agricultura, confirma que é uma atividade de menor lucro por unidade de área. O baixo rendimento por área justifica a indicação de Duarte (1999) de que as propriedades com o sistema CBL têm que ter um tamanho relativamente grande (100 ha) para serem viáveis. Esta área é maior que os

tamanhos médios de propriedade de todas as mesorregiões do semi-árido (8 a 71 ha) e mais de 3 vezes maior que a média regional (29 ha). Considerando que a distribuição do número de propriedades por classes de tamanho tende a uma exponencial negativa, a grande maioria das propriedades não atinge este tamanho mínimo de 100 ha. Qualquer política de concentração de área, como Duarte (1999) reconheceu, é muito difícil de ser aplicada. É possível que esta concentração vá aumentando, principalmente pela inviabilidade econômica de muitos minifúndios, mas deve ser um processo lento. Ainda que a propriedade não garanta o sustento familiar, pode ser fonte de renda adicional e, mesmo quando não gere renda, é um patrimônio do qual as famílias só se descartariam se fosse oneroso. Pequenas propriedades podem ficar sem pagar impostos. Por outro lado, o mercado de aquisição de terras é pouco ativo no semi-árido, entre outras razões porque a exploração agropecuária na região é pouco lucrativa.

Do exposto, pode-se concluir que o sistema de produção no semi-árido deve continuar como é atualmente: uma combinação de agricultura e pecuária, otimizada em cada propriedade, principalmente em função da disponibilidade de áreas mais ou menos favoráveis à agricultura. Nesta combinação, a pecuária é mais complexa que a simples criação de bovinos, caprinos e ovinos. Grande parte das propriedades explora pequenos animais (aves, suínos e/ou abelhas) nos quintais, um componente de produção que tem recebido pouca atenção (Menezes & Sampaio, prelo). Explorações comerciais, de maior porte, também ocorrem. A produção de mel tem crescido bastante em algumas regiões do Piauí e Ceará e a de aves e ovos, de forma disseminada, para abastecimento das cidades interioranas e até das capitais. Melhorias nestas produções são possíveis mas não cabe discuti-las neste trabalho, exceto para enfatizar que uma melhor integração dos sistemas de produção seria desejável. Transferências de esterco e de grãos são exemplos óbvios da integração.

Para a pecuária, recomenda-se: 2.1) testar e difundir formas de manejo da vegetação nativa, incluindo raleamento e rebaixamento; 2.2) estudar o efeito deste manejo na erosão e na matéria orgânica do solo; 2.3) reunir, sistematizar, ampliar e difundir o conhecimento sobre a palma; 2.4) identificar e selecionar forrageiras nativas com potencial, incluindo gramíneas, leguminosas e cactáceas; 2.5) adaptar e difundir tecnologias voltadas para o estoque de forragem para uso no período seco; 2.6) estudar formas de silvopastoralismo, verificando a complementariedade no uso de recursos; 2.7) incentivar a produção de mel; 2.8) expandir a integração da avicultura e da criação de ruminantes; e 2.9) estudar o zoneamento da produção em áreas de cria, recria e engorda.

## AGRICULTURA DE SEQUEIRO

A agricultura pode vir diminuindo de importância em relação à pecuária mas ainda tem mais valor de produção na maioria das mesorregiões e ocupa a maior parte da mão-de-obra rural. A agricultura de sequeiro tem um valor por área muito menor que o da irrigada mas ocupa e vai continuar ocupando a vasta maioria da área agrícola do semi-árido nordestino. Assim, justifica-se a preocupação com esta atividade e a necessidade do estabelecimento de um eixo de ação que a contemple. A agricultura de sequeiro pode ser permanente ou semi-permanente, nos vales, pés de serra e brejos de altitude, que têm maior disponibilidade de água, ou itinerante, nas encostas e locais mais secos.

Em geral, o valor da agricultura por unidade de área no semi-árido é muito baixo. A média de renda bruta anual agrícola nas propriedades é de apenas R\$45 ha<sup>-1</sup> e, com seu tamanho médio (29 ha), a propriedade média teria uma renda bruta anual de apenas R\$1300 (Tabela 1). É um valor inferior ao obtido com um salário mínimo, desencorajando os proprietários de viverem da cultura de suas terras. Se for adicionada a renda da produção animal (R\$39 ha<sup>-1</sup>, R\$1123 por propriedade; Tabela 2), a renda da propriedade média ainda fica em apenas R\$2400. Pode ser suficiente para manter uma família pequena mas não pode acomodar os filhos em idade de trabalhar. Isto pode explicar, em parte, o contínuo êxodo da população rural do semi-árido, em busca de melhores oportunidades de vida, seja lá onde for. Deve-se considerar ainda dois aspectos: 1) a grande maioria das propriedades está abaixo da média de tamanho, logo teria menos condição de sustentabilidade econômica; e 2) por outro lado, boa parte destas propriedades menores pode estar em áreas mais favoráveis à agricultura e pode ter uma maior proporção de área plantada que a média (13% da área da propriedade, o que equivale a 3,9 ha).

Atribuindo-se o valor da produção vegetal apenas à área efetivamente cultivada, a média de renda bruta anual seria de R\$330 ha<sup>-1</sup> (Tabela 1). Uma pequena propriedade de 5 ha, integralmente cultivados, teria uma renda semelhante à do salário mínimo. Para obtenção de uma renda semelhante com pecuária (R\$88 ha<sup>-1</sup> de pasto), a propriedade precisaria de quase 20 ha de pasto. Isto justifica porque as propriedades são avaliadas primeiramente pela quantidade de área com potencial agrícola disponível (Sampaio & Salcedo 1997). Destas estimativas gerais pode-se concluir que uma parte considerável das pequenas propriedades não produz o suficiente para sustentar uma família mas é necessário considerar não só a grande variabilidade de condições de produção do semi-árido, como também outros fatores além da renda agrícola.

As propriedades provêm renda indireta e são um patrimônio familiar.

Elas podem ser moradia, uma alternativa aos aluguéis urbanos, e ter poços ou cacimbas, uma água mais incerta e de pior qualidade que a encanada porém mais barata. Produtos dos quintais e pequeno extrativismo nem sempre são computados como renda. O casco da terra pode ter um baixo valor venal e ser difícil de vender mas não é um bem descartável. Assegurar sua posse merece um investimento familiar, ainda que seja de tempo disponível. Os animais criados são uma reserva de valor para épocas de necessidade.

Toda esta discussão tratou de valores médios mas uma das características fundamentais da região é sua variabilidade. Ela tem sido expressa de diversas formas, tomando-se parâmetros isolados, como chuva, geologia, solos, ou mais agregados, como as unidades geoambientais do zoneamento agroecológico da EMBRAPA (Silva et al. 1993). Este último, ainda que com forte ênfase geomorfológica, ilustra a alta variabilidade espacial do semi-árido. Grande parte dele foi enquadrada na grande unidade de paisagem denominada de Depressão Sertaneja, com suas 34 unidades geoambientais, mas espalha-se por 17 grandes unidades de paisagem e por 104 unidades geoambientais. Uma abordagem completa das perspectivas de uso do solo no semi-árido deveria tratar cada uma destas 104 unidades individualmente, incluindo ainda algumas subdivisões. Como isto extrapola a dimensão deste trabalho, tem-se que juntar grupos e generalizar situações, sacrificando a precisão em função da concisão. A alternativa encontrada em trabalho anterior (Sampaio & Salcedo 1997) foi dividir a região em módulos topográficos (vales, encostas e topos) e nas principais unidades de paisagem (chapadas, serras úmidas, áreas planas e onduladas sedimentares e áreas planas e onduladas do cristalino). É uma divisão que também cabe neste trabalho mas deve-se enfatizar que permite apenas generalizações regionais. O ideal é que os estudos e planejamentos cubram áreas pequenas, iniciando-se a nível municipal e agregando-se por unidades funcionais (de políticas, como regiões, a ambientais, como microbacias). Como já foi afirmado antes, não se vai repetir o que já foi colocado no trabalho anterior.

Nos vales e encostas das serras úmidas predomina a agricultura contínua, seja de lavouras temporárias plantadas todo ou quase todo ano (agricultura semi-permanente) ou de lavouras permanentes. São os locais de maior potencial agrícola, pela maior disponibilidade de água (Menezes & Sampaio, prelo). Nas encostas das áreas onduladas de cristalino ou sedimentares e nos topos planos das chapadas, exceto nos limites do semi-árido com o subúmido, a agricultura tende mais ao sistema itinerante, quase que restrito às lavouras temporárias. Como lavoura permanente, as encostas já tiveram maior área plantada com algodão arbóreo, uma cultura em declínio pela baixa produtividade e pelo ataque do bicudo.

Os dados do censo não permitem que as áreas de agricultura sejam separadas pela sua ocorrência em vales, encostas úmidas e encostas secas ou pela sua manutenção em agricultura permanente, semi-permanente e itinerante. Também não há outra fonte de informação com esta divisão para o semi-árido. Na falta de melhor informação, uma indicação do tipo de agricultura pode ser obtida comparando-se as áreas de lavoura temporária e em descanso (Tabela 3). Nos agrestes de PB a SE e no sertão de AL e SE, as pequenas proporções de lavoura em descanso indicam que prevalece a agricultura contínua ou semi-contínua, enquanto em algumas mesorregiões do Ceará, com mais área de lavoura em descanso que cultivada, deve haver maior ocorrência de agricultura itinerante.

A agricultura itinerante, com o sistema de derrubada - queima - agricultura - pousio, é a atividade agrícola de menor sustentabilidade no semi-árido. Ela vem diminuindo de importância porque suas produtividades e rendas, em geral, são muito baixas. No entanto, ainda é a base de sustentação de uma população de milhões de agricultores que vem diminuindo mas não pode ser deslocada a curto prazo. Os principais produtos são milho e feijão, plantados em consórcio em grande parte das lavouras, mas também são cultivadas outras plantas menos importantes (jerimum, melancia, guandu, maxixe). Em locais de solos mais arenosos e profundos planta-se mandioca. Milho e feijão correspondem a proporções altas da área de lavoura temporária das mesorregiões, com médias de 37 e 43% respectivamente. Naturalmente, a proporção ocupada pelas duas culturas é menor que a soma, por causa do consórcio, mas maior que a da cultura mais plantada. Assim, a menor proporção, entre todas as mesorregiões, é de no mínimo 25%, no Vale Sanfranciscano da Bahia, e acima de 33% em todas as outras mesorregiões. Milho e feijão têm produtividades muito baixas, com médias de 600 e 300 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 1), e que não têm aumentado ao longo das últimas décadas. Com os preços pagos aos produtores na região (menos de R\$10 e 20 por saco de 60 kg de milho e de feijão, respectivamente), as rendas brutas médias não chegam a R\$200 ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> e são necessários quase 10 ha para equivaler a um salário mínimo. Como as produtividades são mais altas nos vales e serras úmidas, as produtividades da agricultura itinerante nas encostas são ainda mais baixas que as médias. Acrescente-se a perda quase total das safras por ocasião das secas periódicas e explica-se o quadro de pobreza do semi-árido rural.

As condições de cultivo são muito deficientes. Além da falta de água, os nutrientes também podem ser limitantes. Há uma deficiência generalizada de N e P e as culturas respondem à fertilização quando as chuvas são normais mas praticamente não se usa adubo, seja químico ou orgânico (Sampaio et al.



1995). As proporções médias de propriedades que usam fertilizante químico (11%, Tabela 1) e orgânico (12%, Tabela 3) são muito baixas, embora haja uma variação razoável, entre mesorregiões. As mesorregiões com mais áreas irrigadas (São Francisco PE, químico 34% e orgânico 13%) ou com clima mais favorável (agrestes de SE, AL e PE, químico 53, 37 e 8% e orgânico 36, 29 e 28 %, respectivamente) puxam as médias para cima. Credita-se a falta de uso à incerteza da resposta, em função da variabilidade na disponibilidade de água, e à falta de capital para investimento. Pouco se tem estudado sobre o efeito residual dos fertilizantes que poderiam permanecer disponíveis no solo se as chuvas não fossem suficientes para crescimento das culturas e lixiviação. As deficiências de P são mais agudas nas áreas sedimentares e, entre elas, as chapadas dos limites do semi-árido, adjacentes às áreas de cerrado, podem ter uma melhor resposta à adubação. É interessante notar que o uso de fertilizante orgânico não é proporcional à população de animais. Não há dados de quantidades de fertilizante usadas mas, calculando-se um índice de número de animais (transformados em equivalentes bovinos) pelo número de propriedades que usam adubo orgânico (IUFO, Tabela 3) há uma desigualdade grande entre mesorregiões. Enquanto na média são necessários 77 animais para cada propriedade que usa esterco como adubo orgânico, nos agrestes são menos de 40 animais (PB 40, PE 30, AL 21, SE 20) e em várias mesorregiões mais secas acima de 200. Nos agrestes, não há um maior número médio de animais por propriedade e nem por área de propriedade mas as propriedades médias são menores e a pecuária menos extensiva. Assim, o uso mais generalizado pode ser creditado à menor distância entre o local de cultivo e o local de acúmulo do esterco e a uma maior resposta das culturas ao adubo adicionado, possivelmente ligada à maior disponibilidade hídrica e à menor possibilidade de rotação de local de cultivo.

A queima é parte do sistema itinerante. Nos locais de solo pobre, ela tem a função de tornar disponíveis, no solo, nutrientes acumulados na vegetação de pousio. Entretanto, a maior parte da massa orgânica das plantas é perdida com o fogo e com ela o N acumulado. O solo deixa de receber o aporte de matéria orgânica e ainda perde da sua própria, desestruturada pela elevação da temperatura nas camadas superficiais. Pouco ou nada é recuperado na fase agrícola e, em geral, são necessários mais de 10 anos de pousio para que o C e o N do solo voltem aos níveis originais (Tiessen et al 1992). Com o fogo muito intenso, parte do P da massa vegetal queimada também é perdida e esta perda, ao contrário da de C e N, não é reversível (Kauffman et al. 1993). Entretanto, ela é baixa em relação ao estoque total de P do solo e, como só ocorre no ano da queima, dentro do ciclo de cultivo e pousio que dura 10-15 anos, ela é pouco notada. Seu efeito imediato na redução das produtividades não é facilmente percebido, dentro da variabilidade ampla comandada pela

disponibilidade hídrica, mas a perda vai se acumulando. É possível que a noção, bastante disseminada entre os agricultores mais velhos do semi-árido, de uma menor produtividade atual em relação à de décadas atrás, seja devida, pelo menos em parte, à redução do P do solo. Os agricultores atribuem à menor precipitação mas não há comprovação de redução generalizada das chuvas. Caso a intensidade de queima fosse menor, com temperaturas mais baixas, seria possível reduzir as perdas de C e de N e eliminar as perdas de P.

As menores produtividades observadas hoje poderiam ser resultado da lenta mas irreversível perda de solo com a erosão das encostas, através das décadas. Ela é visível e reconhecida pelos agricultores mas pouco é feito para combatê-la no sistema itinerante, devido à falta de retorno do investimento feito, mesmo que apenas de mão-de-obra. As perdas no solo nu, após a queima, são grandes e permanecem no período de cultivo, embora com intensidade uma ordem de magnitude menor (Sampaio & Salcedo 1997). Os dados do censo de 1995/1996 não são muito claros em relação às práticas de conservação do solo mas, em geral, mostram que não recebem muita ênfase. A proporção de propriedades que declaram seguir alguma prática de conservação é de apenas 8%, nas mesorregiões do semi-árido. Este valor é inflado pelos dados do Ceará, bem acima dos declarados nos outros estados. Não há uma explicação clara para esta maior proteção no Ceará e ela não é consistente com os dados da proporção das áreas de lavoura que são plantadas em curva de nível ou terraceamento. O plantio em curva de nível atingiria uma média, na região, de 26% da área das lavouras temporárias e permanentes. Parece incompatível com os 8% de propriedades com prática de conservação mas pode indicar plantio que não é feito morro abaixo e que não teria sido considerado prática de conservação pelos informantes do censo. Qualquer que seja a explicação para este alto valor de curva de nível, mostra que o agricultor tem conhecimento de alguma forma de preservar o solo. As proporções de área de lavoura com terraceamento (8% na região) também parecem altas e as variações entre as mesorregiões não coincidem com as de número de propriedades com prática de conservação.

Parte da renda do sistema itinerante vem da venda da lenha obtida com o corte da vegetação de pousio. A lenha obtida através deste sistema já foi suficiente para suprir quase toda a demanda no semi-árido. A produção média de lenha é de  $2,5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  de lavoura temporária, com uma variação, entre mesorregiões, de 0,2 (Agreste AL) a 9,1 (Noroeste CE). Parte da variação deve-se à maior ou menor preponderância da agricultura itinerante mas também é influenciada pelo porte da vegetação cortada ( $40$  a  $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  ou  $\text{stereo ha}^{-1}$ ) e pela produção de lenha fora do sistema itinerante. Este

corte de lenha não acompanhado de plantio vem crescendo, nas áreas onde há maior demanda de lenha, como uma alternativa de renda de terras cuja exploração agrícola não compense.

Além da produção de lenha, outras alternativas poderiam ser viáveis para exploração de terras nas quais a agricultura itinerante foi abandonada. A produção de palma forrageira é uma delas. Tem a vantagem de ir acumulando massa, ainda que pouca por unidade de tempo, e poder ser colhida quando for necessário. A área plantada, atualmente, é muito concentrada em algumas mesorregiões da Paraíba à Bahia e quase nenhuma ao norte (Tabela 1). Espaçamento, necessidade de limpas, requerimento nutricional e de umidade, e risco de erosão precisariam ser melhor definidos neste sistema. O mandacaru ou cardeiro, com ou sem espinhos, é uma nativa que poderia substituir a palma mas não há experiências publicadas com técnicas de manejo e nem dados sobre sua produtividade.

Sistemas agroflorestais, onde há a combinação de culturas anuais com espécies arbóreas forrageiras, frutíferas ou madeireiras podem vir a ser uma alternativa viável de uso do solo. A diversidade de grupos funcionais (arbóreas e herbáceas) permite a exploração de diferentes nichos e variadas combinações de recursos, no espaço e no tempo, garantindo uma maior estabilidade que sistemas menos diversos onde só existem espécies herbáceas, como as culturas agrícolas anuais (Coughenor et al. 1985, Chapin III et al. 1997). O consórcio de espécies arbóreas e culturas agrícolas pode ser implementado de forma simultânea ou seqüencial (Sanchez 1995). A agricultura itinerante é um exemplo de sistema agroflorestal seqüencial, onde o crescimento do estrato arbóreo durante o pousio proporciona o retorno da fertilidade do solo, mas que pode ser inviável em pequenas propriedades.

No caso de sistemas simultâneos, o principal problema é a competição entre árvores e herbáceas por recursos como água, nutrientes e luz. No Nordeste, o número de árvores em campos de cultivo ou pastagens é muito baixo (em geral, menos de 10 ha<sup>-1</sup>) devido à percepção por parte dos agricultores do efeito negativo da competição (Menezes & Sampaio 2000). O plantio de aléias de leguminosas arbóreas para adubação orgânica através da incorporação da folhagem e dos ramos da leguminosa ao solo não tem se mostrado viável nos locais onde a disponibilidade de água é mais reduzida (Sanchez 1995). Uma alternativa é o plantio de arbóreas e herbáceas em diferentes áreas dentro da propriedade, mas os agricultores dão maior valor às folhas e ramos das árvores como forragem para os animais do que como adubo orgânico.

Para a agricultura itinerante recomenda-se: 3.1) avaliar o impacto sócio-econômico da suspensão da agricultura itinerante e, com base nos

resultados, eliminar incentivos a esta atividade; 3.2) estudar a viabilidade de alternativas para a mão-de-obra já excedente e a ser liberada com o progressivo abandono da atividade; 3.3) fazer campanhas sobre suspensão do uso do fogo nas áreas cortadas exclusivamente para lenha e sobre adoção de práticas de fogo de baixa intensidade, sem queima total do material vegetal cortado, nas áreas para agricultura, e; 3.4) limitar a permissão de funcionamento de indústrias usando lenha e carvão, principalmente nas áreas de vegetação mais susceptível à degradação.; 3.5) otimização da captação da chuva, da infiltração e da retenção da água no solo; 3.6) cultivo de plantas adaptadas a regimes de deficiência hídrica (alta capacidade de absorção de água, devido a diferenças na estrutura do sistema radicular, e/ou pelo aumento da produção de biomassa por unidade de água disponível); 3.7) estudar formas de agrosilvicultura, verificando a complementariedade no uso de recursos; 3.8) aprofundar o conhecimento sobre o papel do manejo da matéria orgânica do solo na conservação da fertilidade do solo; e 3.9) determinar o efeito da adubação, incluindo o residual de P.

A agricultura permanente ou semi-permanente, nos vales, pés de serra e brejos de altitude tem maior potencial que a itinerante porque conta com uma maior disponibilidade hídrica. Nos brejos de altitude, a maior disponibilidade vem de mais chuva, de mais orvalho e de maior nebulosidade e menor temperatura, reduzindo a evapotranspiração potencial. São áreas bem caracterizadas no semi-árido pela sua posição topográfica e as maiores formam encaves de zonas de exceção, há muito reconhecidas pelos órgãos de planejamento. Nos vales e pés de serra, a maior disponibilidade hídrica vem do aporte da água escoada dos pontos mais altos. O reconhecimento do maior potencial dos baixios está expresso na influência que eles têm na avaliação do valor das propriedades e na forma com as propriedades são divididas nas partilhas entre herdeiros. Estas baixadas podem ter tamanhos diversos, de poucos a milhares de ha, e são muito numerosas no semi-árido como um todo. Apenas os vales mais amplos e bem servidos de água, como o Cariri cearense, são reconhecidos como áreas distintas, no contexto regional. As inúmeras baixadas menores não foram delimitadas e nem sua influência na agricultura determinada, apesar de serem reconhecidas a nível local e ser fácil mapeá-las, com as informações disponibilizadas pelos satélites, e averiguar sua importância a nível municipal. Além do mapeamento topográfico, estas áreas de maior potencial produtivo deveriam receber prioridade nos levantamentos de solos, de recursos hídricos e de situação fundiária.

A disponibilidade hídrica nestas áreas varia no tempo e no espaço. No tempo, do ciclo anual das estações até a variação de ano para ano, com a

imprevisibilidade das secas. No espaço, dentro do contínuo de pouco mais úmidas que as áreas circunvizinhas até as com disponibilidade de água suficiente para uma irrigação permanente. O potencial agrícola varia, em primeira instância, desta disponibilidade mas, infelizmente, ainda não há dados sobre ela que permitam fazer uma classificação das áreas. As produtividades devem seguir o potencial e, em princípio, tendem a ser mais altas que as da agricultura itinerante, de acréscimos marginais até os obtidos com a irrigação. Estas áreas englobam a maior parte das lavouras permanentes do semi-árido, com exceção das ocupadas com algodão arbóreo, uma cultura em declínio. Pela sua maior produtividade, elas tendem a ter maior valor de produção que as de agricultura itinerante e, como os custos de produção são semelhantes, a fornecer maior renda líquida. Portanto, são áreas que continuarão a ser cultivadas por mais tempo.

Os brejos de altitude geralmente têm uma topografia acidentada, dificultando a mecanização e facilitando a erosão, exceto os situados em chapadas. Nos solos rasos dos brejos da Borborema e outras serras do cristalino, as conseqüências da erosão são mais graves. Os brejos são mais apropriados para culturas perenes, como fruticultura, que para culturas anuais e há uma tendência neste sentido, não claramente refletida nos dados das mesorregiões, pelas pequenas dimensões relativas dos brejos. A pouca difusão das práticas conservacionistas, em geral, já foi discutida anteriormente. As chapadas têm problemas mais nítidos de erosão apenas nas suas encostas mas tendem a ter solos de baixa fertilidade.

Os aluviais dos vales, em geral, têm boa fertilidade e muitos são razoavelmente profundos e prestam-se à mecanização. Naturalmente, o cultivo contínuo tende a esgotar as reservas de nutrientes e é importante que se estudem as respostas à adubação, principalmente levando em conta seu efeito residual. A mecanização é pouco desenvolvida e polarizada em dois extremos: uso apenas de enxada e uso de tratores. São quase ausentes implementos de tração animal. Em média, há uma trator para cada 185 ha de lavoura mas há uma variação grande entre mesorregiões, de 71 ha no agreste de Sergipe a 600 ha no Noroeste do Ceará (Tabela 3). A capacidade de plantio em curto espaço de tempo é crítica, em função da irregularidade e concentração das chuvas. Plantio com enxada, em geral, limita a área plantada por trabalhador a menos de 5 ha. Como a produtividade por área é baixa, a produtividade do trabalho também passa a ser e perpetua-se o ciclo de pobreza.

Para a agricultura permanente e semi-permanente dos vales e brejos de altitude recomenda-se: 3.10) identificar e mapear, como na recomendação 1.7, com ênfase quanto à disponibilidade hídrica; 3.11) in-

centivar a fruticultura, com cobertura permanente do solo, nos brejos de altitude; 3.12) estabelecer políticas de incentivo a práticas conservacionistas, monitoramento de longa duração da erosão e campanhas de esclarecimento dos efeitos negativos da erosão, nas áreas de maior risco; 3.13) recomendações 1.8, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8; e 3.9

**Tabela 1** - Área e número das propriedades (prop.) por mesorregião; área das lavouras temporárias e permanentes; área, número de propriedades com irrigação e proporções em relação às áreas de lavoura e às áreas totais das propriedades; número e proporção de propriedades com fertilização química (Fert. químico); valor da produção vegetal por área de lavoura e por propriedade; produtividades de milho e feijão e proporções que ocupam das áreas de lavouras. Adaptado de IBGE (1998).

DF	Mesorregião		Propriedade		Lavoura		Irrigação		Fert. Químico		Valor		Milho		Feijão	
	Área	nº	Área	nº	área	nº	área	nº	nº	prop	R\$/área	R\$/prop.	t/ha	%	t/ha	%
	10 <sup>3</sup> ha	10 <sup>3</sup> ha	10 <sup>3</sup> ha	10 <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup> ha	10 <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup>	%	%	R\$	t/ha	%	t/ha	%
PI	Sudeste	2141	58,6	260	2,3	0,9	0,9	0,11	1,3	1,5	177	784	0,60	35	0,30	38
CE	Centro-Sul	564	34,5	78	11,2	5,9	14,4	1,99	1,0	17,1	385	870	1,02	53	0,30	38
	Jaguaripe	1189	31,9	210	27,1	3,6	12,9	2,28	4,5	11,2	333	2197	0,68	18	0,46	22
RN	Noroeste	1845	83,3	289	18,8	5,8	6,5	1,02	11,1	7,0	433	1501	0,56	28	0,26	26
	Norte	1310	56,3	310	22,5	3,9	7,3	1,72	7,1	7,0	303	1670	0,66	19	0,24	12
SE	Sertões	3048	74,5	293	13,9	1,0	4,7	0,46	2,4	1,4	239	940	0,73	57	0,29	46
	Sul	805	48,8	146	10,5	1,3	7,2	1,30	1,9	2,7	390	1168	1,18	55	0,41	35
BA	Agreste	780	31,9	142	1,1	1,6	0,8	0,14	4,4	5,1	190	847	0,36	31	0,24	35
	Central	1156	16,4	103	6,9	0,7	6,7	0,60	3,3	4,5	233	1465	0,32	24	0,18	21
PB	Oeste	1458	31,4	222	17,1	1,5	7,7	1,17	3,0	4,6	369	2612	0,51	25	0,27	22
	Agreste	979	67,5	212	5,2	2,6	2,5	0,53	12,2	3,9	401	1259	0,50	36	0,26	39
PE	Borborema	1175	21,2	121	3,5	0,9	2,9	0,30	2,2	4,1	198	1134	0,38	40	0,20	36
	Sertão	1679	41,7	186	18	3,0	9,7	1,07	4,1	7,2	328	1461	0,69	54	0,27	45
AL	Agreste	1698	132,8	363	18,0	11,1	5,0	1,06	37,1	8,3	479	1311	0,48	32	0,42	39
	S Francisco	852	23,1	112	41,6	7,9	37,1	4,88	3,0	34,1	1107	5376	0,45	28	0,39	32
SE	Sertão	2246	77,8	117	10,6	2,8	3,3	0,47	2,7	3,5	243	990	0,71	60	0,26	52
	Agreste	459	55,5	113	3,4	20,5	3,0	0,74	16,1	37,0	487	990	1,13	20	0,43	35
BA	Sertão	659	39,7	201	0,5	0,2	0,2	0,08	2,2	0,6	209	1058	0,95	20	0,46	50
	Agreste	482	39,3	57	2,9	20,9	5,1	0,60	14,2	53,2	789	1146	0,60	26	0,44	32
RN	Sertão	625	21,8	85	2	1,9	2,4	0,32	1,6	8,9	247	962	0,93	52	0,39	33
	Centro-Norte	4740	147,2	704	12,0	13,1	1,7	0,25	16,5	8,9	175	835	0,26	11	0,23	36
PB	Centro-Sul	7992	191,9	763	49,5	24,9	6,5	0,62	23,9	13,0	385	1532	0,28	12	0,23	23
	Nordeste	3638	162,1	529	5,4	32,3	1,0	0,15	13,4	19,9	265	864	0,53	32	0,42	42
PE	S Francisco	3280	63,4	275	56,0	7,2	20,4	1,71	4,3	11,4	458	1986	0,36	24	0,31	21
	Total ou média	44800	1552,6	6091	360	175,5	5,9	0,80	193,5	11,3	331	1298	0,61	29	0,31	34

Tabela 2 - Área e proporção de pastos nativos e plantados em relação à área das propriedades (prop.) por mesorregião; populações de bovinos, caprinos e ovinos; número de animais (equivalentes a bovinos) por área de pasto; valor da produção vegetal e da produção animal totais e da produção animal por área das propriedades e de pasto e médio por propriedade; tamanho médio das propriedades; e área plantada com palma. Adaptado de IBGE (1998).

DF	Mesorregião	pasto nativo		pasto plantado		bovinos	caprinos	ovinos	animais /pasto	valor vegetal	valor animal		área palma			
		10 <sup>3</sup> ha	%	10 <sup>3</sup> ha	%						total	/prop	R\$/ha	R\$/ha	ha	prop.
		10 <sup>3</sup> ha	%	10 <sup>3</sup> ha	%	10 <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup>	an./ha	10 <sup>6</sup> R\$	10 <sup>6</sup> R\$	R\$/ha	R\$/ha	ha	10 <sup>3</sup> ha	
PI	Sudeste	577	27	99	5	419	391	495	0,8	46	39	18	58	665	37	0
CE	Centro-Sul	162	29	24	4	231	27	61	1,3	30	32	57	172	928	16	0
	Jaguaribe	387	33	19	2	345	118	276	1,0	70	48	40	118	1507	37	0
	Noroeste	450	24	18	1	447	211	295	1,1	125	73	40	156	876	22	0
	Norte	218	17	13	1	264	81	140	1,3	94	52	40	225	924	23	0
	Sertões	993	33	44	1	747	317	756	0,8	70	112	37	108	1504	41	1
	Sul	183	23	74	9	277	36	60	1,1	57	39	48	152	799	16	0
RN	Agreste	258	33	38	5	266	19	52	0,9	27	28	36	95	878	24	3
	Central	437	38	10	1	256	50	134	0,6	24	36	31	81	2197	71	1
	Oeste	414	28	11	1	310	141	190	0,8	82	48	33	113	1529	46	0
PB	Agreste	394	40	85	9	464	76	88	1,0	85	64	65	134	948	15	15
	Borerema	546	46	31	3	245	239	190	0,5	24	30	26	52	1418	56	8
	Sertão	671	40	52	3	533	83	156	0,8	61	62	37	86	1485	40	1
PE	Agreste	644	38	360	21	1096	82	121	1,1	174	306	180	305	2305	13	38
	S Francisco	222	26	57	7	151	444	214	0,8	124	21	25	75	910	37	1

continua ...



Continuação - Tabela 2

DF	Mesorregião	pasto nativo		pasto plantado		bovinos	caprinos	ovinos	animais /pasto	valor vegetal	valor animal		área palma			
		10 <sup>3</sup> ha	%	10 <sup>3</sup> ha	%						10 <sup>6</sup> R\$	an./ha	total	/prop	R\$/ha	R\$/prop
	Sertão	489	22	244	11	544	422	325	0,9	77	87	39	119	1118	29	8
	Agreste	118	26	171	37	336	4	16	1,2	55	47	102	163	846	8	3
	Sertão	264	40	49	7	327	15	61	1,1	42	46	70	147	1159	17	9
	Agreste	189	39	184	38	282	3	36	0,8	45	36	75	97	917	12	0
	Sertão	237	38	180	29	332	2	20	0,8	21	38	61	91	1741	29	4
	Centro-Norte	1396	29	1167	25	1283	284	332	0,5	123	146	31	57	992	32	6
	Centro-Sul	2460	31	1878	23	2651	231	289	0,6	294	180	23	41	938	42	7
	Nordeste	978	27	997	27	1116	453	694	0,6	140	115	32	58	709	22	6
	S Francisco	718	22	514	16	760	917	611	0,8	126	58	18	47	914	52	2
	Total ou média	13405	30	6319	14	13682	4646	5612	0,8	2016	1743	39	88	1123	29	112

Tabela 3 - Área de lavoura temporária (t), permanente (p) e em descanso (d), proporção destas áreas em relação à área das propriedades (prop.) e área média cultivada por propriedade; produtividade do algodão herbáceo; número de tratores e área cultivada por trator; proporção das propriedades que usam práticas de conservação de solo e proporção da área de lavoura plantada em curva de nível e com terraceamento; proporção das propriedades que usam fertilizante orgânico (Fert. orgânico) e índice de uso de fertilizante orgânico (IUFO), população de animais calculados como bovinos / número de propriedades que usam fertilizante orgânico). Adaptado de IBGE (1998).

DF	lavoura			t+p+d /prop.	t+p	algodão	lenha	trator	lavoura	conservação	curva	terraceo	Fert. orgânico		
	t	p	d											/trator	/prop.
	10 <sup>3</sup> ha	10 <sup>3</sup> ha	10 <sup>3</sup> ha	%	ha	t/ha	m <sup>3</sup> /ha		ha	%	%	%	%		
PI	Sudeste	172	88	103	17	4,4	0,37	0,0	464	560	0,5	15	2	2,3	393
CE	Centro-Sul	75	3	30	19	2,3	0,78	4,4	448	174	38,8	15	11	2,9	244
	Jaguaribe	123	87	70	24	6,6	0,55	2,8	742	283	9,8	30	18	14,0	88
	Noroeste	151	138	181	25	3,5	0,50	9,1	482	600	7,9	16	2	13,3	46
	Norte	118	192	93	31	5,5	1,00	6,6	1071	289	16,2	20	6	12,6	41
RN	Sertões	272	21	282	19	3,9	0,67	3,1	843	348	47,1	30	6	3,2	373
	Sul	136	10	95	30	3,0	1,14	3,7	616	237	26,3	11	2	4,0	149
	Agreste	116	26	60	26	4,5	0,40	2,9	898	158	2,6	17	11	13,8	62
PB	Central	74	29	49	13	6,3	0,24	2,0	552	187	3,8	44	19	20,0	85
	Oeste	143	79	89	21	7,1	0,41	2,8	1219	182	3,0	24	11	9,6	117
PB	Agreste	162	50	47	26	3,1	0,57	1,3	1051	202	9,3	39	7	18,1	40
	Borborema	107	14	46	14	5,7	0,25	1,6	508	238	3,4	28	4	10,3	138

continua ...

Continuação - Tabela 3

DF	Mesorregião	lavoura		t+p+d /prop.	t+p /prop.	algodão t/ha	lenha m <sup>3</sup> /ha	tratores /ha	lavoura /trator	conservação /prop.	curva /lavoura	terraceo /lavoura	Fert. orgânico /prop.	IUIFO
		t	p											
		10 <sup>3</sup> ha	10 <sup>3</sup> ha	10 <sup>3</sup> ha	%	ha	t/ha	ha	ha	%	%	%	%	%
	Sertão	169	17	127	19	4,5	0,63	2,9	729	255	3,0	18	10	9,8
	Agreste	311	52	45	24	2,7	0,35	1,3	1707	213	2,9	23	2	28,0
	S Francisco	95	17	41	18	4,9	0,00	2,2	673	166	8,1	19	11	13,2
	Sertão	302	15	116	19	4,1	0,60	2,3	839	378	3,3	26	4	3,4
	Agreste	109	4	12	27	2,0	1,16	0,2	676	167	4,6	14	10	28,9
	Sertão	198	3	31	35	5,1	1,00	0,5	640	314	3,0	7	4	5,5
	Agreste	46	11	6	13	1,5	0,50	1,5	807	71	2,9	21	3	36,1
	Sertão	84	1	9	15	3,9	0,33	2,1	445	191	1,6	7	5	7,5
	Centro-Norte	621	83	148	18	4,8	0,22	1,2	7002	101	1,8	16	4	11,2
	Centro-Sul	534	229	290	13	4,0	0,39	3,8	5237	146	5,5	57	17	12,5
	Nordeste	363	166	108	18	3,3	0,00	2,2	3506	151	1,2	17	8	8,3
	S Francisco	261	14	104	12	4,3	0,40	2,1	1808	152	3,6	24	11	6,8
	Total ou média	4742	1349	2182	18	3,9	0,43	2,5	32963	185	7,9	26	8	12,5

## LITERATURA CONSULTADA

ARAÚJO FILHO, J.A. *Manipulação da vegetação lenhosa da caatinga para fins pastoris*. Sobral, EMBRAPA-CNPC, 18p, 1990. Circular Técnica, 11.

CHAPIN III, F.S.; WALKER, B.H.; HOBBS, R.J.; HOOPER, D.U.; LAWTON, J.H.; SALA, O.E.; TILMAN, D. Biotic control over the functioning of ecosystems. *Science* 277:500-504, 1997.

COUGHENOR, M.B.; ELLIS, J.E.; SWIFT, D.M.; COPPOCK, D.L.; GALVIN, K.; McCABE, J.T.; HART, T.C. Energy extraction and use in a nomadic pastoral ecosystem. *Science* 230:619-625, 1985.

DUARTE, R. A seca nordestina de 1998-1999: da crise econômica à calamidade social. Recife, SUDENE - FJN, 179p, 1999.

GUIMARÃES FILHO, C.; SOARES, J.G.G.; RICHÉ, G.R.. Sistema caatinga - buffel - leucena para produção de bovinos no semi-árido. Petrolina, EMBRAPA-CPATSA, 1995. Circular Técnica 34.

IBGE. Censo agropecuário 1995-1996. Rio de Janeiro, IBGE, 1998. CD-ROM Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe.

KAUFFMAN J. B.; SANFORD, R.L.; CUMMINGS, D.L.; SALCEDO, I.H.; SAMPAIO, E.V.S.B. Biomass and nutrient dynamics associated with slash fires in neotropical dry forests. *Ecology* 74: 140-151, 1993.

MENEZES, R.S.C. & SALCEDO, I.H. Influence of tree species on the herbaceous understory and soil chemical characteristics in a silvopastoral system in semi-arid Northeastern Brazil. *R. Bras. Ci. Solo* 23:817-826, 1999.

MENEZES, R.S.C.; SALCEDO, I.H.; ELLIOTT, E.T. Influences of tree species on microclimate, litter, and soil nutrient dynamics in a silvopastoral system in semi-arid northeastern Brazil. *Acta Agron. Bras.* 05/2000.

MENEZES, R.S.C. & SAMPAIO, E.V.S.B. Agricultura sustentável no semi-árido nordestino. In: Oliveira, T.S.; Romero, R.E.; Assis Jr., R.N.; Silva, J.R.C.S. (eds). *Agricultura, sustentabilidade e o semi-árido*. Fortaleza, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo / Universidade Federal do Ceará. 2000 (prelo).

MENEZES, R.S.C. & SAMPAIO, E.V.S.B. Espécies arbóreas presentes em campos de cultivo agrícola e pastagens na região semi-árida do Nordeste brasileiro. XXIII Reunião Nordestina de Botânica, Recife, 2000. Resumos. Recife, SBB, p.160, 2000.

SAMPAIO, E.V.S.B. & SALCEDO, I.H. Diretrizes para o manejo sustentável dos solos brasileiros: região semi-árida. XXVI CBCS, Rio de Janeiro, RJ, CD-ROM, 33p., 1997.

SAMPAIO, E.V.S.B.; SALCEDO, I.H.; SILVA, F.B.R. Fertilidade de solos do semi-árido do Nordeste. XXI RBFSNP, Petrolina, 1994. Anais do Simpósio. Petrolina, EMBRAPA-CPATSA/SBCS, p.51-71, 1995.

SANCHEZ, P.A. Science in agroforestry. *Agrofor. Syst.* 30:5-55, 1995.

SILVA, F.B.R.; RICHE, G.R.; TONNEAU, J.P.; SOUZA NETO, N.C.; BRITO, L.T.L.; CORREIA, R.C.; CAVALCANTI, A.C.; SILVA, F.H.B.B.; SILVA, A.B.; ARAÚJO FILHO, J.C.; LEITE, A.P. Zoneamento agroecológico do nordeste: diagnóstico do quadro natural e agrossocioeconômico. Petrolina, EMBRAPA - CPATSA/CNPS, 2v, 1993.

SINGH, M.; ARRAWATIA, M.L.; TEWARI, V.P. Agroforestry for sustainable development in arid zones of Rajasthan. *Intern. Tree Crops J.* 9: 203-212, 1998.

SOUZA, M.J.N.; MARTINS, M.L.R.; SOARES, Z.M.L.; FREITAS FILHO, M.R.; ALMEIDA, M.A.G.; PINHEIRO, F.S.A.; SAMPAIO, M.A.B.; CARVALHO, G.M.B.S.; SOARES, A.M.L.; GOMES, E.C.B.; SILVA, R.A. Redimensionamento da região semi-árida do nordeste do Brasil. Anais da Conferência Nacional de Desertificação, Fortaleza, 1994. Brasília, Fundação Grupo Esquel Brasil. p.383-404, 1994.

TIESSEN, H.; SALCEDO, I.H.; SAMPAIO, E.V.S.B. Nutrient and soil organic matter dynamics under shifting cultivation in semi-arid northeastern Brazil. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 38: 139-151, 1992.



# CARACTERIZAÇÃO DO ESTÁDIO ATUAL DOS SOLOS SOB CAATINGA

Paulo Klinger Tito Jacomine<sup>1</sup>

## INTRODUÇÃO

Os trabalhos de levantamento de solos executados através do Convênio do Ministério da Agricultura (posteriormente EMBRAPA) com a SUDENE, permitiram a visualização geral dos solos da região Nordeste e, particularmente da área de domínio das caatingas. Os referidos trabalhos, juntamente com outras investigações realizadas na região, constituem a base sobre a qual foi desenvolvido o presente estudo, que está restrito à área onde domina a caatinga. A delimitação da referida área foi baseada nas fases de vegetação das unidades de mapeamento dos levantamentos de solos supramencionados.

O objetivo do presente trabalho é caracterizar as diferentes classes de solos que ocorrem sob caatinga, mostrar sua distribuição geográfica e diagnosticar o estágio atual em que se encontram, após utilização com agricultura e pecuária por centenas de anos.

Em face da fragilidade do ecossistema da caatinga e do uso pouco racional a que foram submetidos, grandes áreas encontram-se severamente degradadas.

## CARACTERIZAÇÃO GERAL DA REGIÃO DA CAATINGA

### LOCALIZAÇÃO E EXTENSÃO

A zona da caatinga está localizada na região Nordeste do Brasil e também na parte norte de Minas Gerais. Ocupam uma extensão de 748.600km<sup>2</sup>, que perfazem 8,8% do território brasileiro. A área considerada neste trabalho foi obtida a partir dos levantamentos exploratório-reconhecimentos de solos executados em toda a região mencionada, considerando-se apenas os solos que estão sob vegetação de caatinga. Andrade-Lima, 1982, assinala para a região de domínio das caatingas uma área de 839,666km<sup>2</sup>. Acredita-se que o autor tenha incluído as áreas de transição entre caatinga e floresta e também as transições com o cerrado, as quais não foram consideradas no presente trabalho.

---

<sup>1</sup> Universidade Federal Rural Pernambuco - UFRPE. Jaboatão dos Guararapes/PE.

## GEOLOGIA E MATERIAL ORIGINÁRIO

Na região da caatinga além do clima, a geologia e o material originário assumem papel destacado na formação dos solos, sobretudo em decorrência da grande variação da litologia na região. Em grandes linhas podem ser destacadas as seguintes áreas:

**Áreas do cristalino** – Nestas verificam-se predomínio de gnaisses, granitos, migmatitos, xistos, filitos e quartzitos.

**Áreas do cristalino recobertas por outros materiais** – Nestas áreas verificam-se coberturas de materiais arenosos, areno-argilosos e argilo-arenosos, com espessuras que variam de menos de um até vários metros.

**Áreas sedimentares** – Nestas podem ser destacadas as que se seguem:

- *Holoceno* – Sedimentos recentes representados por depósitos aluviais e flúvio-marinhos.
- *Terciário/quaternário e coberturas afins*. Estas áreas são representadas por sedimentos arenosos, areno-argilosos e argilo-arenosos e capeamentos de materiais afins, que predominam no litoral norte. Verifica-se também ocorrência de sedimentos calcários.
- *Cretáceo* – Nas áreas do cretáceo verifica-se predomínio de sedimentos arenosos da bacia de Tucano e outros menos abrangentes e de calcários das chapadas do Apodi, da região de Irecê e de outras menos extensas.

## RELEVO E ALTITUDE

A maior parte da região da caatinga está compreendida na “Depressão Sertaneja” onde predomina relevo variando de plano a suavemente ondulado com altitudes de 300 a 500m no qual pontuam cristas e outeiros residuais com relevo variando de ondulado a montanhoso. Parte da área está compreendida no Planalto da Borborema, onde dominam o relevo suave ondulado com altitudes de até 650m e inclusões de trechos acidentados com forma de relevo ondulado, forte ondulado e montanhoso. Além dessas, são importantes as chapadas e áreas sedimentares onde o relevo varia de plano a suavemente ondulado.

## CLIMA

A região é caracterizada por apresentar domínio de clima semi-árido muito quente do tipo BSh, BSw e BSw' da classificação de Koppen, com



predomínio de precipitações médias anuais de 400 a 650 mm (Jacomine et al, 1998). Precipitações pouco mais altas ocorrem nas áreas mais elevadas. Em alguns trechos da região verifica-se a ocorrência de clima do tipo Aw' de Koppen. As taxas de evaporação são altas e a insolação é forte. Prevaecem temperaturas médias anuais entre 24°C e 26°C.

## VEGETAÇÃO E USO ATUAL

A vegetação dominante no semi-árido nordestino, conhecida pelo nome de caatinga, é caracterizada por formações xerófilas, lenhosas e decíduais, em geral espinhosas, com presença de plantas suculentas e áfilas, variando do padrão arbóreo ao arbustivo e com extrato herbáceo estacional (Andrade Lima, 1982). Para fins de levantamentos de solos, as caatingas são divididas em hipoxerófila e hiperxerófila, sendo esta última mais seca que a primeira. O uso atual das áreas de caatinga é feita principalmente com pecuária extensiva de caprinos e bovinos. Além disso, pratica-se a agricultura de subsistência principalmente com milho, feijão e mandioca. Atualmente as áreas irrigadas estão se desenvolvendo bastante, sobretudo às margens do rio São Francisco e em perímetros próximos a grandes açudes.

## SOLOS

Verifica-se na região da caatinga uma grande variação de solos, principalmente em função da geologia, material originário e do relevo.

As diversas classes de solos estudados estão caracterizados a seguir:

### LATOSSOLOS

Destacam-se os Latossolos Amarelos (Figura 1) e os Vermelho-Amarelos, que compreendem solos de cores normalmente amarelas, amarelo-avermelhadas e vermelho-amareladas, profundos (raramente com menos de 1 metro), bem drenados, porosos, friáveis, com horizonte superficial pouco espesso e contendo baixos teores em matéria orgânica, via de regra com textura média e menos frequentemente argilosa.

Possuem uma baixa capacidade de troca de cátions, são normalmente ácidos (pH em H<sub>2</sub>O de 4,0 a 5,5), quimicamente pobres e com saturação por bases usualmente baixa.

Possuem uma ampla gama de alternativas de uso em decorrência de suas boas propriedades físicas, prestando-se tanto para culturas de sequeiro quanto para culturas irrigadas, as mais diversas. Solos profundos, bem drenados porosos, com boa permeabilidade e textura relativamente uniforme ao longo dos perfis. Essas boas características físicas aliadas ao relevo plano e suavemente ondulado que apresentam, tornam esses solos menos susceptíveis à erosão e os menos degradados da região da caatinga, exceto quanto à perda de matéria orgânica que, normalmente, já é baixa.

Estes solos ocupam grandes extensões em chapadas no Sul do Piauí, sertão da Bahia e de Pernambuco. As áreas onde dominam estes solos perfazem um total de 144.977 km<sup>2</sup> e constituem 19,4% da região das caatingas. Em menor proporção, ocorrem na área os Latossolos Vermelho Escuros que totalizam 11.750 Km<sup>2</sup>, perfazendo um percentual de 1,6%. O total geral das áreas de domínio dos Latossolos é de 156.727 Km<sup>2</sup>.



Figura 1. Latossolo Amarelo

## SOLOS PODZÓLICOS

Nesta classe estão compreendidos os Podzólicos Amarelos (Figura 2), Podzólicos Vermelho-Amarelos e, em menos proporção, os Podzólicos Vermelho-Escuros. São solos moderadamente profundos a profundos, moderadamente a bem drenados, com horizonte B textural de cores amarelas, vermelho-amareladas, vermelhas a vermelho escuras, abaixo de um horizonte A ou E de cores claras e de textura mais leve, com baixos teores em matéria orgânica.

Apresentam grande contraste textural entre os horizontes superficiais (cujas texturas são arenosa ou média) e o horizonte B, que é argiloso ou de textura média. Via de regra possuem argila de atividade baixa e saturação por bases alta (50 a 100%) e pH em água usualmente entre 5,0 e 6,5.

Os Podzólicos Amarelos são desenvolvidos a partir de cobertura de material areno-argiloso e argilo-arenoso sobre rochas cristalinas. Há uma grande variação de solos, com perfis que podem ser abruptos, plúnticos ou com fragipã.

Na classe dos Podzólicos, quanto ao uso agrícola, destacam-se os Podzólicos Amarelos pelo predomínio do relevo plano, que aliado às boas condições físicas (profundidade, porosidade, etc), fazem com que eles tenham várias alternativas de uso, tanto para cultura de sequeiro quanto para agricultura irrigada. A degradação destes solos está mais relacionada às áreas de agricultura irrigada, pela elevação do lençol freático, pela compactação e salinização, onde os sistemas de drenagem são inadequados ou inexistentes.

As áreas destes solos são mais expressivas no Sertão de Pernambuco, Bahia e litoral do Ceará.

Os Podzólicos Vermelho-Amarelos e Vermelho Escuros, ocorrem associados nas áreas de rochas cristalinas como de granitos, migmatitos, gnaisses e xistos, onde o relevo varia de suavemente ondulado até forte ondulado a montanhoso (nas áreas de serras). De um modo geral são solos bem drenados, profundos até rasos, por vezes cascalhentos, com acentuada diferença de textura entre o A e o Bt. São solos com alta saturação por bases, que são muito utilizados com culturas de sequeiro, como milho, feijão, palma forrageira e algodão. As características texturais destes solos, aliadas ao relevo, tornam estes solos muito susceptíveis à erosão. A maior parte das áreas são usadas e encontram-se muito degradadas, tanto por erosão laminar como em solos sulcos freqüentes, onde o relevo é ondulado ou mais acidentado.

Os Podzólicos maior extensão nos estados do Ceará, Bahia, Pernambuco, Rio Grande do Norte e Paraíba, onde perfazem uma área de 110.000 km<sup>2</sup>, dos quais grande parte encontra-se degradada por erosão.



Figura 2. Podzólico Amarelo

## SOLOS BRUNOS NÃO CÁLCICOS

São solos rasos a pouco profundos, bem drenados, com espessa do “solum” ao redor de 50cm. Possuem um horizonte B textural de cor vermelha ou bruno avermelhada, com argila de atividade alta ( $CTC \geq 27$  c mol/kg de argila)(Figura 3), horizonte A fraco ou moderado, pouco espesso, maciço ou com estrutura fracamente desenvolvida. São moderadamente ácidos a praticamente neutros com pH em  $H_2O$  usualmente entre 6,0 e 7,6 e com alta saturação por bases (maior que 75% na maioria dos perfis) e ausência de alumínio trocável.

Ocupam grandes extensões nos Estados do Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte, perfazendo uma área total no Nordeste de 98.938  $km^2$  e constituem 13,3% da região das caatingas.

A maior parte da área destes solos está localizada nas áreas do cristalino onde vigora clima mais seco, com predomínio de precipitações pluviométricas média anuais entre 400 e 600 mm. Nestas condições as limitações ao uso agrícola por falta d'água são muito fortes e o uso é limitado ao pastoreio extensivo de bovinos e caprinos no meio da caatinga e culturas de palma forrageira. Pequenas lavouras de subsistência com milho e feijão são encontrados na região. No passado, os solos eram cultivados com algodão arbóreo, porém com a praga do bicudo estas lavouras praticamente foram abandonadas. Atualmente existem pequenas lavouras irrigadas em áreas bastante restritas.

São solos de pequena profundidade e com grande diferença textural do A mais arenoso para o horizonte B mais argiloso. Estas características aliadas à vegetação pouco efetiva na cobertura dos solos, tornam os mesmos muito susceptíveis à erosão, agravado pelo uso agrícola e relevo ondulado e forte ondulado.

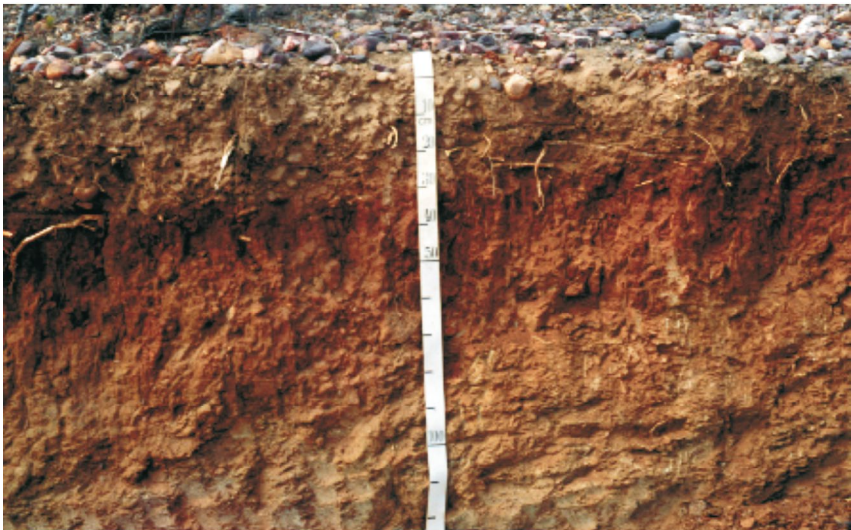


Figura 3. Solo Bruno não cálcico

Em decorrência do exposto, verifica-se que todas as áreas de Solos Brunos Não Cálcicos encontram-se mais ou menos degradadas principalmente por erosão em função do relevo, da vegetação (mais ou menos efetiva na cobertura do solo) e da interferência do homem através das queimadas, dos tratos das lavouras e da intensidade do pastoreio de bovinos e caprinos.

Na área de caatinga hiperxerófila mais aberta, mesmo em relevo suavemente ondulado, a degradação por erosão é muito forte como no trecho de

Floresta, Belém do São Francisco e Cabrobó em Pernambuco; nas regiões de Picuí e Cariri na Paraíba; nas regiões do Seridó e Caicó no Rio Grande do Norte; e nos municípios que drenam para o rio Potí, no Ceará. Em Alagoas nos municípios de Batalha e Major Isidoro.

## PLANOSSOLOS

São solos rasos a pouco profundos com horizonte superficial de cores claras e textura mais leve contrastando abruptamente com horizonte subjacente B mais argiloso, adensado, pouco permeável, tendo cores de redução, ou seja, cores acinzentadas com ou sem mosqueado, em decorrência da lenta permeabilidade e das condições imperfeitas ou más de drenagem que apresentam (Figura 4).

Normalmente possuem alta capacidade de troca de cátions e elevada saturação por bases. Na zona das caatingas, via de regra, estes solos apresentam a propriedade solódica ou seja, saturação de sódio trocável (dada pela fórmula  $100. Na^+/T$ ) entre 6 e 15%, indicando que os solos já apresentam moderada concentração de sódio no horizonte B e/ou C.

São solos que apresentam limitações moderadas a fortes ao uso agrícola em decorrência principalmente das más condições físicas (presença de horizontes adensados, pouco permeáveis) e dos teores médios a altos em sódio trocável. Além disso, durante o período de estiagem estes solos ressecam-se muito e na época de chuvas ficam saturados com água, em decorrência das más condições de drenagem. Não se prestam para irrigação e são mais indicados para uso com pastagens, sobretudo na zona do Agreste ou áreas de clima similar.

A susceptibilidade à erosão destes solos é grande, mesmo nas áreas suavemente onduladas, sobretudo nos terços inferiores de encostas, onde por vezes, verificam-se ocorrências de erosão em sulcos.

As alternativas de uso destes solos são bastante limitadas pelas más propriedades físicas e pelas condições de drenagem imperfeita a má que possuem. Outros fatores a serem considerados, dizem respeito à saturação por sódio trocável ( $100. Na^+/T$ ), normalmente entre 6 e 15% logo abaixo da superfície e a pequena profundidade dos solos. Estes aspectos também restringem bastante o uso agrícola destes solos.

Apesar das restrições mencionadas, estes solos prestam-se para pecuária, verificando-se pastagens relativamente boas nas áreas do agreste dos Estados de Sergipe, Alagoas, Pernambuco e Paraíba. No sertão é feita criação extensiva de caprinos e bovinos. A pequena profundidade dos solos e a presença de teores médio de sódio restringem muito o uso para construção de barreiros.

Ocupam grandes extensões na região, sobretudo na zona do Agreste de Pernambuco e áreas de clima similar ao dos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Alagoas, Bahia, Sergipe e Paraíba. No sertão a ocorrência destes solos é bem menor que no Agreste. As áreas onde predominam estes solos perfazem um total de 68.188 km<sup>2</sup> e constituem 9,1% da região.



Figura 4. Planossolo Solódico

## SOLONETZ-SOLODIZADO

Compreende solos rasos a pouco profundos, de cores claras ou acinzentadas, textura mais leve na superfície contrastando acentuadamente com o horizonte B subjacente de textura mais pesada, adensando, pouco permeável, com estrutura colunar ou prismática (Figura 5). Apresentam abaixo do horizonte superficial, coincidindo com o horizonte B e/ou C, elevada saturação por sódio trocável, contendo percentuais iguais ou maiores que 15%.

O horizonte superficial possui textura arenosa ou média e o horizonte B é normalmente de textura média e, raramente argilosa; via de regra apresentam argila de atividade alta e saturação de bases elevada. São moderadamente ácidos no A, com pH de 5,0 a 6,5 e praticamente neutros ou alcalinos no B, com pH de 6,5 a 8,5.

São desenvolvidos principalmente de gnaisses, granitos, de sedimentos aluviais, e de coberturas areno-argilosa sobre xistos em áreas de relevo plano, sob vegetação de caatingas e floresta ciliar de carnaúba.

Não são usados para agricultura em decorrência das altas concentrações de sódio trocável que tem abaixo da superfície. Além disso, possuem péssimas condições físicas no horizonte subsuperficial, cuja estrutura é normalmente colunar.

De um modo geral as áreas destes solos são usadas para criação extensiva de caprinos e bovinos.

Destacam-se as seguintes áreas na zona semi-árida: 1) às margens do rio São Francisco entre Xique-Xique e Sento Sé, BA; 2) a leste do rio Real no município de Tobias Barreto, SE; 3) a oeste de Angicos e sudoeste de Açu, RN; 4) nos municípios de Soledade e Juazeirinho, PB. No Ceará apesar de ocuparem extensões importantes, constituem segundo ou terceiro componente das associações. As áreas onde predominam estes solos perfazem um total de 10.312 Km<sup>2</sup> e constituem 1,4% da região das caatingas.

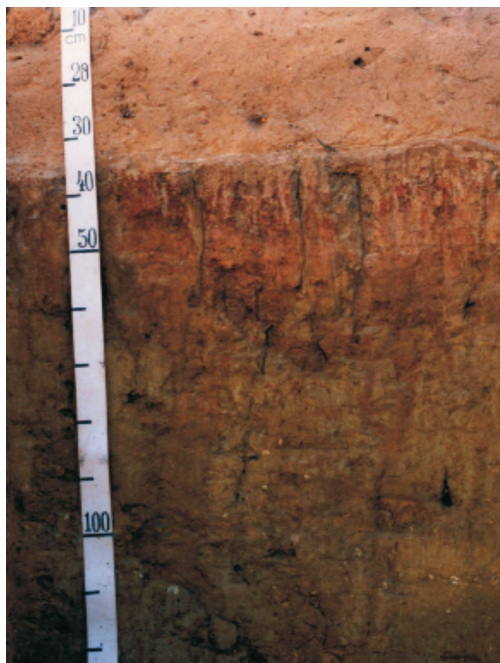


Figura 5 - Solonetz-Solodizado



## SOLONCHAKS

São solos salinos, ou seja, que apresentam altas concentrações em sais solúveis, tendo conseqüentemente elevada condutividade elétrica do extrato de saturação, com valores compreendidos ente 7,0 e 47,0 dS/m a 25° C, havendo casos de atingir 260 dS/m nos primeiros centímetros da superfície em amostras colhidas na época seca na zona semi-árida. Durante o período seco, é bastante freqüente encontrar-se crosta de sais cristalinos (eflorescências) à superfície do solo ou na parede das trincheiras (Figura 6).

Tem sido constatados Solonchaks que além da alta salinidade, apresentam elevadas percentagens em sódio trocável contidas no valor T ( $100.Na^+/T$ ), com valores compreendidos entre 15 e 57%. Neste caso trata-se de solos intermediários com Solonetz, que correspondem aos solos salino-sódicos.

Usualmente estes solos apresentam reação moderadamente alcalina, com pH em água variando de 7,0 a 8,0, entretanto tem sido constatados solos moderadamente ácidos, porém isto deve-se à presença de sulfatos contidos nos sais solúveis.

O horizonte superficial destes solos, usualmente é pouco espesso e apresenta cores desde tonalidades claras até pretas; segue-se o horizonte C de cores cinzentas, brunos-amareladas e até mesmo pretas, com ou sem mosqueados proeminentes. A textura é variável de arenosa até argilosa.

Não são usados para agricultura em função das limitações muito fortes pela presença de alta concentração de sais que possuem. Ocupam pequenas



Figura 6 - Solonchack

extensões e distribuem-se em áreas baixas da zona costeira onde há influência de lençol d'água salgado e em várzeas do interior da zona semi-árida. Destacam-se as áreas do litoral do Ceará próximo à desembocadura dos rios Jaguaribe, Piranji, Ceará, Aracatiaçu, Aracatimirim, Acaraú, Coreaú e outros. Áreas importantes são encontradas no litoral do Rio Grande do Norte, destacando-se as dos rios Mossoró e Açu, além de outras menores. As áreas onde predominam estes solos são relativamente pequenas, perfazendo um total de 1.625 Km<sup>2</sup>, que constituem 0,2% da região.

## CAMBISSOLOS

São solos com horizonte B incipiente, ou seja, pouco desenvolvido, com pequena diferenciação de horizontes e textura relativamente uniforme ao longo do perfil (Figura 7).

São rasos a profundos, bem drenados, de cores amarelas, brunas e menos freqüentemente vermelhas e acinzentadas, textura média ou argilosa, com argila de atividade baixa ou alta e saturação por bases normalmente alta, com pH em água usualmente ente 5,5 e 7,5. No solos com carbonatos o pH atinge até 8,5.

São desenvolvidas a partir de diversas rochas, destacando-se os calcários, granitos e migmatitos, em área de relevo variando de plano a forte ondulado, sob vegetação de caatinga hipo e hiperxerófila.



Figura 7 - Cambissolo

Na região das caatingas predominam solos de alta fertilidade natural, derivados de calcários com grande potencial para agricultura e com diversas alternativas de uso. Na região de Irecê, uma das mais expressivas áreas destes solos, cultiva-se muito milho, feijão, mamona e algodão. Outras culturas adaptadas poderão ser feitas nestes solos.

Nas áreas onde há possibilidade de irrigação, as mais diversas culturas climaticamente adaptadas são recomendadas. Na chapada do Apodi os Cambissolos Eutróficos profundos estão sendo irrigados com culturas de melão e maracujá com ótimos resultados.

Na zona semi-árida destacam-se as áreas da Bahia, sobretudo as de Irecê e municípios vizinhos e no extremo sul nos municípios de Malhada e Palmas de Monte Alto, além de outras distribuídas pelo Estado. Outra grande extensão destes solos está localizada na chapada do Apodi, compreendendo partes do Ceará e do Rio Grande do Norte. Nos demais Estados do Nordeste ocorrem esparsamente. As áreas onde predominam estes solos perfazem um total de 27.500 Km<sup>2</sup> e constituem 3,6% da área.

Estes solos estão muito degradados por erosão laminar e/ou em sulcos, em todas as áreas de relevo ondulado e forte ondulado.

## VERTISSOLOS

São solos argilosos que se caracterizam por apresentar pronunciadas mudanças em volume (decorrentes de alterações nos teores de umidade) resultantes da grande movimentação da massa do solo que se contrai e fendilha quando seco e se expande quando molhado, tornando-se muito plástico e muito pegajoso devido ao predomínio de argila com alta capacidade de contração e expansão. As evidências de movimentação da massa do solo se manifestam através da presença de superfícies de deslizamento ou fricção, microrrelevo representado por microbacias alternando-se com microelavações, fendas profundas (<sup>3</sup> 1 cm de largura) durante a época seca e agregados estruturais paralelepípedicos ou em forma de cunha (Figura 8).

São rasos a profundos, moderada ou imperfeitamente drenados, de permeabilidade lenta ou muito lenta, baixa condutividade hidráulica e horizonte superficial pouco desenvolvido, com baixos teores em matéria orgânica.

São solos com alta capacidade de troca de cátions, elevada saturação por bases, usualmente maior que 70%, teores altos em cálcio e magnésio, de reação moderadamente ácida e moderadamente alcalina, com pH em H<sub>2</sub>O usualmente entre 6,0 e 8,5, podendo chegar a 9,0 na parte inferior de alguns solos.



Figura 8 - Vertissolo

Ocorrem em áreas planas, suavemente onduladas, depressões e locais de antigas lagoas. Na região das caatingas destacam-se as áreas de Juazeiro e Baixio do Irecê na Bahia, Souza na Paraíba e outras distribuídas esparsamente por vários Estados. As áreas onde predominam estes solos perfazem um total de 10.187 Km<sup>2</sup> e constituem 1,3% da região das caatingas.

O uso agrícola destes solos tem fortes limitações decorrentes das condições físicas desfavoráveis, tais como permeabilidade muito lenta e grande capacidade de expansão e contração da massa do solo. Quando secos fendilham-se e tornam-se extremamente duros, quando molhados tornam-se muito plásticos e muito pegajosos. Em compensação possuem uma grande riqueza de nutrientes que constitui uma característica muito favorável para as plantas.

Na região das caatingas, nas áreas onde as precipitações pluviométricas não são muito baixas (600, 700 mm ou pouco mais), como no Agreste, verificam-se alternativas de cultura de sequeiro como milho, sorgo, feijão, sisal e pastagens. Nas áreas mais secas, como no Sertão (precipitações pluviométricas médias anuais de 400 a 550 mm), somente culturas bastantes resistentes a secas, como palma forrageira, algodão arbóreo, sorgo, são cultivadas nestes solos.

Quando irrigados, as alternativas de uso são amplas, destacando-se culturas de cana-de-açúcar, uva, figo, alfafa, arroz, milho, feijão, algodão, citros,

forrageiras diversas, incluindo leguminosas. São solos muito susceptíveis à erosão, exigindo por isso, práticas conservacionistas para evitar o rápido desgaste do solo. Quando usados com irrigação, deve-se levar em conta a lenta permeabilidade do solo, que favorece o acúmulo de sais.

A grande susceptibilidade à erosão faz com estes solos se apresentem muito erodidos (erosão em sulcos principalmente), mesmo nas áreas onde o relevo é suavemente ondulado. Somente as áreas planas não aparentam ser erodidas.

### AREIAS QUARTZOSAS

Solos arenoquartzosos profundos ou muito profundos, excessivamente drenados, de cores desde vermelhas até quase brancas, sendo freqüentes as cores amareladas (Figura 9).

São ácidos ou muito ácidos, com pH em água usualmente entre 4,5 e 5,5, com muito baixa fertilidade natural. São pobres, praticamente sem reservas de minerais primários pouco resistentes ao intemperismo que possam constituir fonte de nutrientes para os vegetais.



Figura 9 - Areia Quartzosa

As alternativas de uso destes solos são muito restritas, em decorrência de textura muito arenosa, drenagem excessiva, extrema pobreza e limitações muitos fortes pela falta d'água. Uma das culturas que melhor se adaptam a estas condições é a do cajueiro, conforme pode-se constatar nos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Piauí. Além disso, plantas como feijão-guandu, feijão-de-corda, batata doce, mandioca, mamona e amendoim também são encontradas nestes solos, porém a produtividade é sempre restringida pela extrema pobreza que possuem e pela baixa capacidade de retenção de água.

Ocupam maiores extensões nos Estados do Piauí, Bahia, Pernambuco, Rio Grande do Norte e Ceará. As áreas onde predominam estes solos perfazem um total de 69.625 Km<sup>2</sup> e constituem 9,3% da região.

São solos que possuem teores muito baixos em matéria orgânica e nitrogênio, os quais com o uso agrícola tornam-se excessivamente baixos, constituído um dos principais problemas destes solos.

Quanto à erosão, não se verificam maiores problemas, tendo em vista a grande profundidade dos solos aliada a alta taxa de infiltração e ao relevo plano e suavemente ondulado que apresentam.

Algumas áreas estão sendo usadas com irrigação.

## REGOSSOLOS

Solos minerais pouco desenvolvidos, não hidromórficos, pouco profundos a profundos, tendo sequência de horizontes A, C, com teores médios a altos em minerais primários menos resistentes ao intemperismo (Figura 10).

São arenosos, cascalhentos ou não, de cores acinzentadas claras, excessivamente drenados, com ou sem horizontes pã. Possuem saturação por bases variando de baixa a alta, sendo, portanto distróficos ou eutróficos, com pH em água usualmente entre 5,0 e 6,0. Na zona do Agreste de Pernambuco foram constatados solos álicos, com pH entre 4,0 e 5,0.

Apesar de arenosos, são bastante utilizados agricolamente, tendo em vista a boa reserva de minerais primários menos resistentes ao intemperismo, principalmente de feldspatos.

As fortes ou muito fortes limitações, pela falta d'água típicos da região, são atenuados nestes solos em decorrência da maior profundidade da maioria dos perfis, sobretudo naqueles com horizontes pã, nos quais a umidade permanece por mais tempo acima do referido horizonte. O aproveitamento mais adequado destes solos requer adubação orgânica e alguma adubação química.

As alternativas de uso destes solos variam bastante em função da maior ou menor aridez das áreas onde estão localizados. Na zona do Agreste merecem



Figura 10 - Regossolo

destaque as pastagens (principalmente de capim elefante), além de culturas de milho, feijão, caupí, algodão, mandioca, batata doce, tomate, batata inglesa, amendoim, caju, goiaba, pinha, graviola, melancia, feijão-guandu, sorgo, palma forrageira e plantios de algaroba. No sertão, as culturas de sequeiro se restringem a algodão arbóreo, palma forrageira, sorgo, algaroba, feijão-guandu e pastagem de Buffel. A jobjoba e Leucena deveriam ser experimentadas nestes solos.

Quando ao uso com irrigação, não se têm dados a respeito, entretanto, deve-se ter em conta que se trata de solos muito arenosos, muitos deles com presença de horizonte pã a cerca de um metro ou pouco menos de profundidade, imediatamente acima da rocha.

Embora presentes em todos os Estados, onde as caatingas aparecem, estes solos ocupam maiores extensões nos Estados da Bahia, Alagoas e Pernambuco. As áreas onde predominam estes solos perfazem um total de 32.750 Km<sup>2</sup> e constituem 4,4% da região.

O principal problema destes solo diz respeito, aos teores muito baixos em matéria orgânica e nitrogênio, os quais após alguns anos de uso tornam-se extremamente baixos. Quanto ao aspecto de erosão, não há maiores problemas nas áreas onde os solos são profundos, com relevo suavemente ondulado

e plano. Solos pouco profundos, situados em terços médios e inferiores de elevações suavemente ondulados, podem apresentar erosão laminar moderada ou em sulcos.

## SOLOS LITÓLICOS E RENDZINAS

### Solos Litólicos

Solos minerais muito pouco desenvolvidos, não hidromórficos, muito rasos (usualmente com 20 a 30 cm), que se caracterizam por apresentar um horizonte A diretamente sobre a rocha -R- ou mesmo sobre um horizonte C de pequena espessura (Figura 11).

Via de regra são pedregosos e/ou rochosos, moderadamente a excessivamente drenados, com horizonte A normalmente pouco espesso, textura predominantemente média, ocorrendo também solos de textura arenosa, siltosa e argilosa, usualmente cascalhenta.

Possuem saturação por bases variando desde alta até baixa, podendo ser, portanto, eutróficos ou distróficos (engloba solos álicos). Quando eutróficos, apresentam pH (em água) usualmente entre 5,0 e 6,5, soma de bases trocáveis e saturação de bases de média a alta. Quando distróficos possuem pH em água variando de 4,5 a 5,2 e saturação por bases baixa.

São encontrados, via de regra, em áreas de relevo mais acidentado (forte ondulado e montanhoso), ocorrendo também onde o relevo é ondulado ou mesmo suavemente ondulado, sendo pouco freqüente a presença destes solos em áreas planas.

Apresentam poucas alternativas de uso por se tratar de solos rasos ou muito rasos e usualmente rochosos e pedregosos. Além disso, de modo geral localizam-se em áreas acidentadas de serras e encostas íngremes, normalmente com problemas de erosão laminar se usa e em sulcos freqüentes.

Distribuem-se por toda a zona semi-árida, usualmente em áreas mais acidentadas, em maiores extensões contendo afloramentos de rocha. As áreas onde predominam estes solos perfazem um total de 143.374 Km<sup>2</sup> e constituem 19,2% da região total.

A maior parte da área de 80% destes solos está degradada por erosão em decorrência do relevo acidentado onde ocorrem e da pequena espessura dos solos.





Figura 11 - Solo Litólico

### Rendzinas

Solos minerais rasos, moderada a imperfeitamente drenados, derivados de calcários, caracterizados fundamentalmente pela presença de um horizonte A chernozêmico sobrejacente e um horizonte C rico em carbonatos. O horizonte A tem um grande desenvolvimento, boa espessura (cerca de 40 cm) cores escuras, textura argilosa normalmente cascalhenta, consistência do solo molhado plástica ou muito plástica e muito pegajosa.

São solos alcalinos, com pH em água variando de 8,0 a 8,5, tendendo a aumentar em profundidade, com elevada saturação por bases (100%) e alta capacidade de troca de cátions. É característico nestes solos a presença de carbonatos normalmente em percentagens elevadas, que chegar a atingir 73% no horizonte C.

A utilização agropecuária destes solos se restringe a pequenas áreas cultivadas com milho, usualmente consorciada com feijão, algodão, arbóreo, além de criação extensiva de bovinos e caprinos.

Ocupam inexpressiva área na zona semi-árida, restrita à parte da chapada do Apodi no Rio Grande do Norte e a oeste de Irecê na Bahia. As áreas onde predominam estes solos são pequenas, perfazendo um total de 2.125 Km<sup>2</sup>, que constituem 0,3% da região.

Não apresentam problemas de erosão por ocuparem relevo normalmente plano.

## SOLOS ALUVIAIS

Solos pouco desenvolvidos, não hidromórficos, derivados de sedimentos aluviais não consolidados, tendo um horizonte A sobre camadas estratificadas em granulometria e de composição química e mineralógica muito variadas (Figura 12).

As características morfológicas e físicas destes solos variam muito, principalmente em função da natureza dos sedimentos depositados, havendo portanto solos que apresentam os mais diferentes aspectos com relação a: textura, estrutura, consistência e permeabilidade.

Quanto às características químicas, há também grande variação, ocorrendo solos ácidos até alcalinos, saturação por bases predominantemente alta (solos eutróficos), ocorrendo também baixa (solos distróficos). Alguns solos apresentam saturação por sódio trocável média a alta com valores entre 6% e 30%, sobretudo em camadas mais profundas. A presença de sais solúveis tem sido constatada em alguns perfis, podendo atingir valores médios a altos,

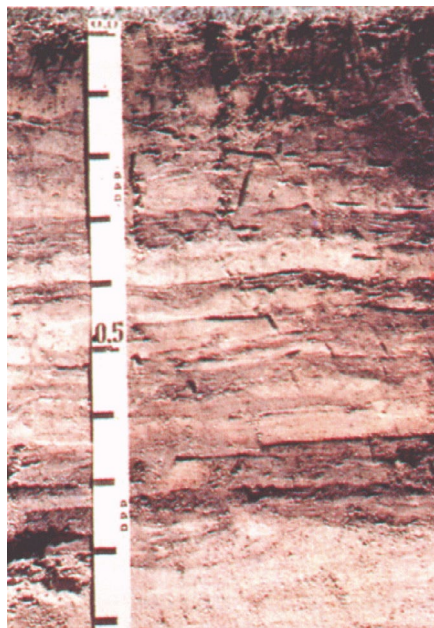


Figura 12 - Solo Aluvial

principalmente quando os Solos Aluviais são intermediários com Solonchaks.

Distribuem-se por toda região das caatingas ao longo de cursos d'água, destacando-se as áreas ribeirinhas dos rios São Francisco, Jaguaribe, Gurguéia, Canindé, Piauí, Acaraú e Açu.

São os solos que possuem a maior gama de alternativas de uso dentro da zona semi-árida, por estarem situados em várzeas onde as condições de umidade são mais favoráveis ao uso agrícola, além da boa fertilidade que apresentam de um modo geral. Algumas restrições poderão acontecer nos locais onde verifica-se textura muito pesada e/ou presença de sais ou sódio trocável em percentagens elevadas.

São bastante aproveitados, tanto com culturas irrigadas como de sequeiro. Culturas como algodão, milho, feijão, mandioca, cebola, melão, melancia, tomate e pastagens são freqüentes nestes solos. Sob irrigação são aproveitados intensivamente com várias culturas, destacando-se olericultura e fruticultura, além de milho, feijão, algodão e capineiras.

Deve-se ter em mente que estes solos por estarem situados em várzeas, estão sujeito a inundações periódicas.

As áreas de dominância destes solos perfazem um total de 15.937 Km<sup>2</sup> e constituem 2,0% da região. Cerca de 25% da área destes solos possuem limitações pela presença de sais solúveis e/ou sódio trocável.

## BRUNIZÉNS AVERMELHADOS

São solos bem drenados, rasos ou de profundidade média, de cores vermelhas a bruno-avermelhadas, com horizonte superficial de cores escuras, teores elevadas em matéria orgânica e alta saturação por bases, correspondendo ao horizonte A chernozêmico. A textura do horizonte A é mais leve que a do B, o qual usualmente é argiloso. Apresentam um B textural, argila de atividade alta, elevada saturação por bases (usualmente entre 70 e 100%) e pH em água normalmente entre 6,0 e 7,0.

São pouco expressivos na zona das caatingas em termos de extensão, ocorrendo apenas na parte central do Ceará, Piauí e Bahia. Ocupam extensão de apenas 1.312 km<sup>2</sup>, que constituem 0,2% da área.

As alternativas de uso são limitadas não só pela falta d'água como também pelo relevo na maior parte da área onde ocorrem. Além disso, na região, a extensão destes solos é muito pequena e não tem importância em termos de expressão geográfica. Parte deles encontra-se truncada por erosão laminar, onde o horizonte superficial já foi removido.

## CONSIDERAÇÕES SOBRE O ESTÁDIO ATUAL DE DEGRADAÇÃO DOS SOLOS

A erosão hídrica, a perda da matéria orgânica, a salinização e/ou sodificação e a elevação do lençol freático (em áreas irrigadas), foram considerados os aspectos mais relevantes no que diz respeito a degradação dos solos sob caatinga. A interferência do homem com o corte da vegetação, queimas, lavouras e pecuária aceleram o processo. Nas áreas irrigadas (normalmente sem drenagem), verifica-se aumento da salinização e, em determinadas áreas, ocorre elevação do lençol freático em função da presença de camadas ou horizontes que impedem ou restringem a percolação da água.

### LATOSSOLOS

Esta classe é a menos afetada por problemas relacionados à erosão hídrica em decorrência dos solos serem profundos, bem drenados, permeáveis e se encontrarem em áreas cujo relevo dominante é plano e suavemente ondulado. Estes aspectos favorecem uma boa infiltração da água, o que atenua o problema de erosão hídrica. Pequenas áreas com relevo acidentado apresentam problemas de erosão hídrica moderada, ou seja, com remoção da parte do horizonte superficial. Estas áreas são pouco expressivas e totalizam 1.690 Km<sup>2</sup>, que perfazem 10,% da área de domínio destes solos.

### SOLOS PODZÓLICOS

Compreende os Podzólicos Amarelos, Podzólicos Vermelho-Amarelos e Vermelho Escuros.

São solos de profundidade média a profundos, moderadamente ou bem drenados, que apresentam textura mais leve na superfície contrastando com textura mais pesada (mais argilosa no B). Este aspecto, favorece à erosão hídrica, nas áreas onde o relevo é acidentado. Os Podzólicos Amarelos normalmente ocorrem em áreas planas e suavemente onduladas e, por isso à erosão não constitui maiores problemas. Quanto aos Podzólicos Vermelho-Amarelos e Vermelho Escuros, que normalmente são encontrados em relevo ondulado, forte ondulado e montanhoso, os problemas causados pela erosão hídrica são intensos, com áreas onde à erosão laminar varia de moderada a severa e, com ocorrência de erosão em sulcos frequentes. Os Podzólicos degradados por erosão hídrica perfazem um total de 31.993 Km<sup>2</sup>, que constitui 29% da área de domínio destes solos.

## SOLOS BRUNOS NÃO CÁLCICOS

Esta classe de solos é muito afetada por problemas de erosão hídrica, em decorrência da pequena profundidade dos solos aliada a grande diferença textural entre o A (mais arenoso) e B (mais argiloso). Além disso os solos possuem argila de atividade alta, que também favorece à erosão, mesmo em relevo suavemente ondulado. Em decorrência do exposto, verifica-se que a maior parte da área destes solos encontra-se moderada a severamente degradada, com horizonte superficial normalmente removido, e, por vezes, até parte do B. As áreas degradadas por erosão hídrica compreendem uma extensão de 64.113 Km<sup>2</sup>, que perfazem 64,8% da área total destes solos (Figura 13).

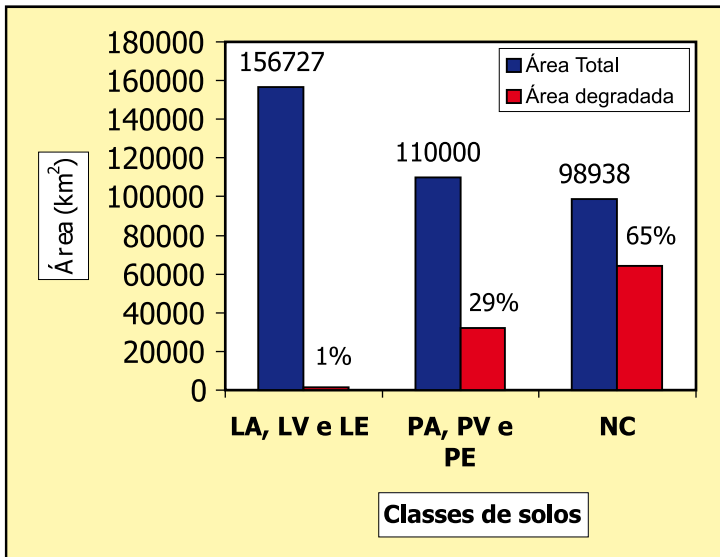


Figura 13 - Áreas de domínio de Latossolos, Podzólicos e Solos Brunos Não Cálcicos degradadas por erosão hídrica.

## PLANOSSOLOS

São solos que apresentam uma mudança textural abrupta do A para o B, o qual além de mais argiloso é adensado e pouco permeável. Estas características, aliadas ao relevo plano ou suavemente ondulado que possuem, favorecem a concentração de sódio trocável no B e/ou C, cujos valores, na quase totalidade dos solos, estão compreendidas entre 6 e 15%, sendo

portanto considerados como moderadamente afetados por sais. A área de domínio destes solos totaliza 68.188 Km<sup>2</sup>, dos quais 58.491 km<sup>2</sup> são de solos solódicos (PST entre 6 a 15%).

Quanto aos aspectos de erosão hídrica, os atributos intrínsecos destes solos são favoráveis a mesma, porém a sua incidência acontece apenas em parte das áreas suavemente onduladas, num total de 6.312 km<sup>2</sup> (9,2%).

## SOLONETZ-SOLODIZADOS

São solos que além da mudança textural abrupta, possuem um horizonte B impermeável e com estrutura colunar, que favorecem a concentração de sódio trocável, cujos valores no B e/ou C são maiores que 15%. São portanto considerados como solos fortemente afetados por sais (Tabela 1; Figura 14).

Quando ao aspecto de erosão, possuem atributos muito favoráveis para seu desenvolvimento, que pode ser verificado nas áreas suavemente onduladas. As áreas de domínio destes solos totalizam 10.312 km<sup>2</sup>, dos quais 2.890 km<sup>2</sup> (28%) se encontram fortemente erodidos.

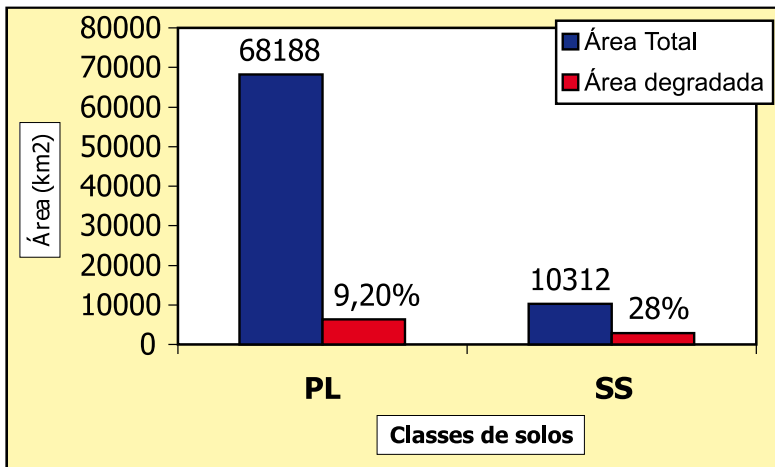


Figura 14 - Áreas de domínio de Planossolo e Solonetz-Solodizado degradadas por erosão hídrica.

## SOLONCHAKS

São solos fortemente afetados por sais, nos quais a condutividade elétrica do extrato de saturação é  $\geq 7,0$  dS/m a 25° C, podendo atingir 260 dS/m nos primeiros centímetros durante o período seco (Tabela 1 e 2).

Ocorrem em áreas de várzeas próximo a desembocadura de rios, totalizando 1.625 km<sup>2</sup>. Não são afetados por problemas de erosão.

Tabela 1- Solos naturalmente afetados por sais nas áreas sob caatinga.

SOLOS	ÁREA (Km <sup>2</sup> )	%
PLANOSSOLOS SOLÓDICOS (PST 6 – 15%)	58.491 <sup>(1)</sup>	7,8
SOLONETZ SOLODIZADO (PST > 15%)	10.312 <sup>(1)</sup>	1,4
SOLONCHAK - SOLONÉTZICO (CES $\geq 7,0$ dS/m à 25° C)	1.487	0,2
SOLO ALUVIAL SOLÓDICO OU SÓDICO (PST $\geq 6$ %)	2.390	0,3
TOTAL	72.680	9,7

<sup>(1)</sup> Área do solo dominante na associação.

Tabela 2 - Áreas afetadas por sais em perímetros irrigados do DNOCS e CODEVASF.

PERÍMETROS	ÁREAS IRRIGADAS (ha)	ÁREAS SALINIZADAS (ha)	%
DNOCS	36.484	1.122	3,07
CODEVASF	40.264	1.280	3,17
TOTAL	76.748	2.402	3,13

FONTE: FILGUEIRA, 1998

## ÁREAS AFETADAS POR ELEVAÇÃO DO LENÇOL FREÁTICO

Em alguns perímetros irrigados em áreas com camadas ou horizontes que impedem ou restringem fortemente a passagem d'água, verifica-se elevação do lençol freático, com conseqüências danosas para as culturas, não só por elevar o lençol d'água, como também por concentrar sais próximo a superfície dos solos. No presente trabalho não foi possível quantificar as referidas áreas.

## CAMBISSOLOS

São solos que tem um horizonte B pouco desenvolvido, com pequena diferenciação de horizontes, bem drenados, profundos até rasos, que são encontrados em áreas com relevo variável de plano até forte ondulado ou mesmo montanhoso. Nas áreas de relevo ondulado até montanhoso, os Cambissolos encontram-se muito erodidos por erosão laminar severa e em sulcos frequentes, por vezes formando voçorocas. As áreas destes solos totalizam 27.500 km<sup>2</sup>, dos quais 5.835 km<sup>2</sup> encontram-se severamente erodidos (Figura 15).

## VERTISSOLOS

São solos argilosos, rasos a profundos, cuja massa do solo se contrai e fendilha quando seca e se expande quando molhada. Estas características tornam o solo muito susceptível à erosão, que só afeta muito pouco as áreas planas, que são dominantes. As áreas levemente inclinadas são bastantes

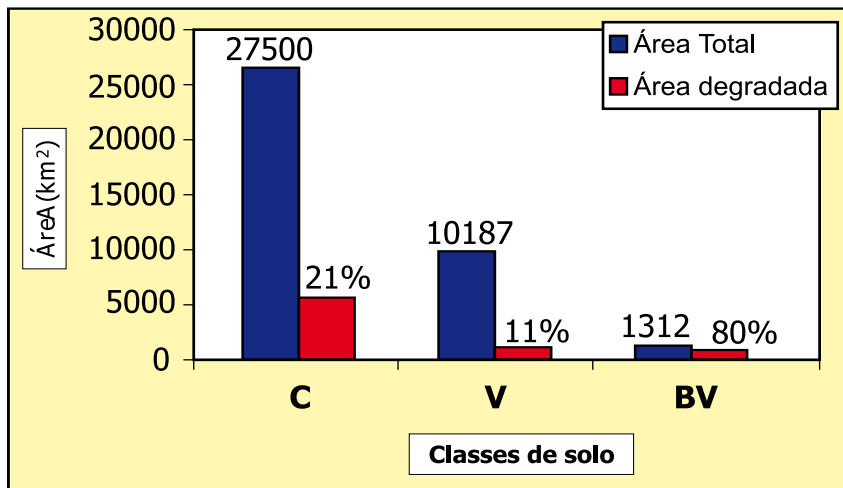


Figura 15 - Áreas de domínio de Cambissolo, Vertissolo e Brunizém-Avermelhado.

erodidas, com presença de erosão laminar severa e em sulcos frequentes. Do total da área (10.187 km<sup>2</sup>), 1.126 km<sup>2</sup> (11,0%) estão erodidas severamente (Figura 15).



## AREIAS QUARTZOSAS

São solos profundos, arenosos, excessivamente drenados, que possuem alta taxa de infiltração de água. Este aspecto aliado ao relevo plano ou suavemente ondulado, atenuam o problema de erosão hídrica, que só se manifesta em áreas inclinadas onde, por motivo de sulcamento da parte superficial ou por sua remoção, verifica-se um escoamento concentrado das águas. Neste caso, inicialmente forma-se um sulco que posteriormente evolui para voçoroca.

O principal aspecto de degradação destes solos relaciona-se com perda da matéria orgânica (que naturalmente já é baixa), que atinge valores extremamente baixos com o uso e revolvimento da parte superficial.

Não se constatou área mensurável em função de degradação por erosão hídrica.

## REGOSSOLOS

Solos arenosos profundos a pouco profundos, que possuem uma alta taxa de infiltração de água. Este aspecto aliado ao relevo plano e suavemente ondulado que apresentam, atenuam os problemas de erosão hídrica, a qual só se manifesta em pequenas áreas onde os solos são pouco profundos e com relevo suave mente ondulado.

O aspecto de degradação por perda de matéria orgânica é o mais im-

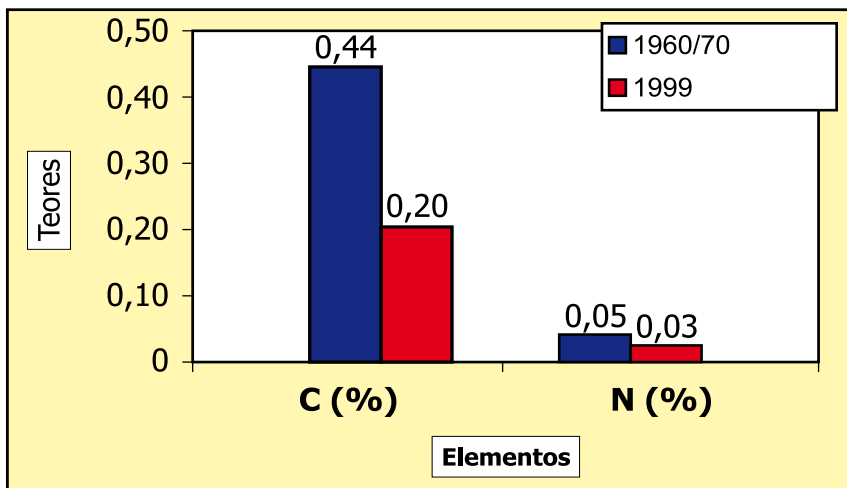


Figura 16 - Decréscimo de matéria orgânica pelo uso agrícola em áreas de Regossolos de caatinga.

portante na quase totalidade das áreas destes solos. Normalmente são solos muito cultivados e, por isso, a perda da matéria orgânica (que já é baixa naturalmente) torna-se evidente, conforme atestam os resultados verificados em amostras colhidas nas décadas de 1960/70 e comparadas com amostras analisadas em 1999 (Figura 16).

## SOLOS LITÓLICOS E RENDZINAS

Os solos Litólicos são rasos, predominantemente de textura arenosa e média, via regra cascalhenta, que ocupam grandes extensão no Nordeste em áreas de relevos ondulado, forte ondulado e montanhoso.

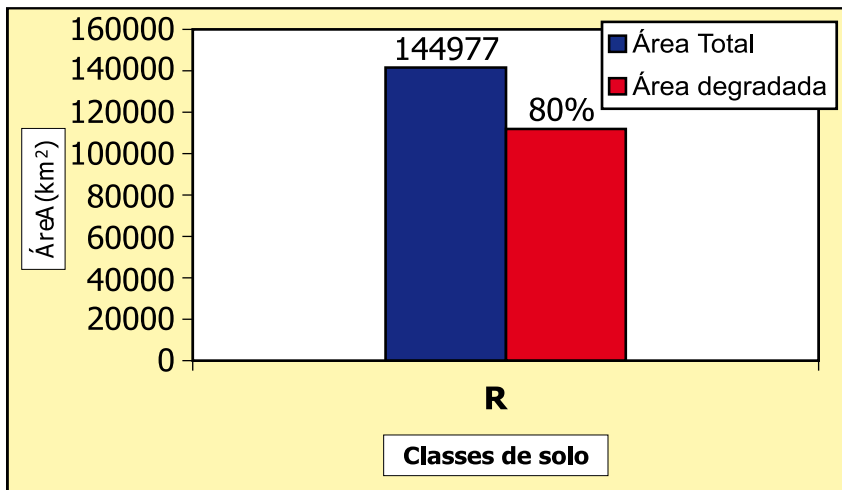


Figura 17 - Áreas de domínio de Solos Litólicos degradadas por erosão hídrica.

Em decorrência destes aspectos, são solos altamente susceptíveis à erosão e, em sua quase totalidade, encontram-se moderada a severamente afetados por erosão hídrica. Do total das áreas de domínio destes solos (143.374 km<sup>2</sup>), 114,700 km<sup>2</sup> (80%) encontram-se degradados por erosão (Figura 17).

As Rendzinas são encontradas em áreas pouco expressivas, normalmente planas e não apresentam problemas evidente de erosão hídrica.

## SOLOS ALUVIAIS

São solos pouco desenvolvidos, oriundos de sedimentos aluviais, em áreas planas e, por isso, não apresentam problemas de erosão hídrica.

Aspectos de degradação destes solos se manifestam através da presença de sódio trocável no complexo de troca com valores numa faixa de 6 a 30% de saturação com sódio trocável. A área total de domínio destes solos é 15.937 km<sup>2</sup> da qual cerca de 25% encontram-se degradada pela presença de sódio trocável (Tabela 1).

## BRUNIZÉNS AVERMELHADOS

São solos que possuem B textural argiloso abaixo de um horizonte superficial mais leve. Estes aspectos, aliados ao relevo ondulado ou forte ondulado que apresentam, tornam estes solos vulneráveis à erosão hídrica.

Desse modo, grande parte da área encontra-se severamente erodida, com o horizonte superficial removido integral ou parcialmente. Do total da área 1.312 km<sup>2</sup>, 871 km<sup>2</sup> (66%) estão severamente afetados por erosão.

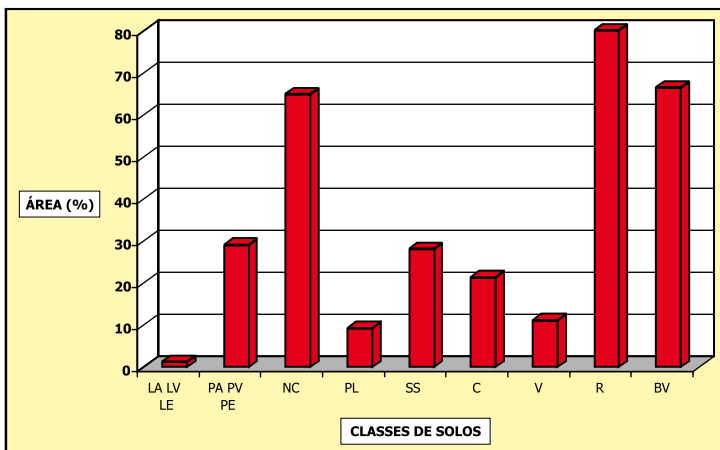


Figura 18 - Áreas das diversas classes de solos sob caatinga degradadas por erosão

## CONCLUSÕES

- Áreas degradadas por erosão hídrica : 229. 480 km<sup>2</sup> – 30% (Figura 18).
- Áreas de solos cujos conteúdos de matéria orgânicas decrescem rapidamente para valores extremos: 102.308 km<sup>2</sup> – 13%
- Áreas de solos naturalmente afetadas por sais:

## EQUIVALÊNCIA DAS CLASSES DE SOLOS DA CLASSIFICAÇÃO ANTERIOR COM AS DO NOVO SISTEMA BRASILEIRO DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS (SIBCS, 1999)

<b>CLASSIFICAÇÃO ANTERIOR</b>	<b>NOVO SISTEMA (SBCS, 1999)</b>
LATOSSOLO AMARELO (LA)	LATOSSOLO AMARELO
LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO (LV)	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO
LATOSSOLO VERMELHO ESCURO (LE)	LATOSSOLO VERMELHO
PODZÓLICO AMARELO (PA)	ARGILOSO AMARELO
PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO (PV)	ARGILOSO VERMELHO-AMARELO
PODZÓLICO VERMELHO ESCURO (PE)	ARGILOSO VERMELHO
SOLOS BRUNOS NÃO CÁLCICOS (NC)	LUVISSOLOS CRÔMICOS ÓRTICOS
PLANOSSOLOS SÓLÓDICOS (PS)	PLANOSSOLOS HÁPLICOS
SOLONETZ-SOLODIZADOS (SS)	PLANOSSOLOS NÁTRICOS
CAMBISSOLOS (C)	CAMBISSOLOS
REGOSSOLOS (RE)	NÉOSSOLOS REGOLÍTICOS
AREIAS QUARTZOSAS (AQ)	NÉOSSOLOS QUARTZARÊNICOS
SOLOS ALUVIAIS (A)	NÉOSSOLOS FLÚVICOS
SOLOS LITÓLICOS (R)	NÉOSSOLOS LITÓLICOS
RENDZINAS (RZ)	CHERNOSSOLOS RÉNDZICOS
BRUNIZÉM AVERMELHADO (BV)	CHERNOSSOLO ARGILÚVICO
SOLONCHAK (SK)	GLEISSOLO SÁLICO

- moderadamente afetadas : 54.491 km<sup>2</sup> – 7%
- fortemente afetadas: 14.189 km<sup>2</sup> – 1,9%
- total : 72.680 km<sup>2</sup> – 9,7%
- Áreas solos afetadas por sais em perímetros irrigados do DNOCS e CO-DEVASF:
  - Área irrigada : 76.748 ha
  - Áreas salinizadas : 2.402 ha (3,13% das áreas irrigadas).
- Áreas de solos afetadas por elevação do lençol freático : constatadas em alguns perímetros irrigados.

## LITERATURA CONSULTADA

ANDRADE LIMA, D. O. domínio das caatingas. Recife, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. 1982, 48p.

BRASIL – Ministério do Interior. Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. Divisão de Solos – DRN. Mapa geológico. 1974. Escala 1:2.500.000.

CAMARGO, M.N.; KLANT, E. & KAUFFMAN, J.H. Classificação de Solos usada em levantamento pedológico no Brasil. Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 12(1):11-33, 1987.

CARVALHO, A.; LARACH, J.O.I.; JACOMINE, P.K.T. & CAMARGO, M.N. Critérios para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento. Rio de Janeiro, EMBRAPA-SNLCS, 1988. 65p. (SNLCS. Documentos, 11).

CORDEIRO, G.G. Problemas de Salinidade e Drenagem no Nordeste Semi-Árido do Brasil. Petrolina, PE : EMBRAPA-CPATSA, 1995, 13p. (Trabalho apresentado no International Work shop on Intergrated Soil Manejament for SuitanableUse of Salt Afected Soils, The Philippines. 6-10, Novembro, (1995).

FILGUEIRA, R. F. Solos, Água e Desenvolvimento: O posicionamento do poder público frente ao problema da salinização no Nordeste Semi-árido. Universidade Estadual do Rio Grande do Norte, Centro de Estudos e Pesquisas do Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional no Semi-árido. Dissertação, M.s., 1998.

JACOMINE, P.K.T.; SILVA, F.B.R.; FORMIGA, R.A. et al. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Rio Grande do Norte. Recife, Convênios MA-DNPEA-SUDENE/DRN e MA/CONTAP/USAID/BRASIL, 1971, 531p. (DNPEA/DPP. Boletim Técnico 21 – SUDENE/DRN. Série Pedologia, 9).

JACOMINE, P.K.T.; RIBEIRO, M.R.; MONTENEGRO, J.O. et al. I-Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado da Paraíba. II-Interpretação

da aptidão agrícola dos solos do Estado da Paraíba, Rio de Janeiro, Convênios MA/EPE-SUDENE/DRN e MA/CONTAP/USAID/BRASIL, 1972, 683p. (EPE/EPES. Boletim Técnico, 15 – SUDENE/DRN. Série Pedologia, 8).

JACOMINE, P.K.T.; CAVALCANTI, A.C.; BURGOS, N. et al. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado de Pernambuco. Recife., Convênios MA/DNPEA-SUDENE/DRN e MA/CONTAP/USAID/ETA, 1972b. V.II. 354p. (DNPEA/DPP. Boletim Técnico 16- SUDENE/DRN. Série Pedologia, 14).

JACOMINE, P.K.T.; ALMEIDA, J.C.; MEDEIROS, L.A.R. et al. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Ceará. Recife., Convênios MA/DNPEA-SUDENE/DRN e MA/CONTAP/USAID/BRASIL, 1973. V.I. 301p. (DNPEA/DPP. Boletim Técnico 28 - SUDENE/DRN. Série Pedologia, 16).

JACOMINE, P.K.T.; CAVALCANTI, A.C.; PESSOA, S.C.P. et al. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado de Alagoas. Recife., Convênios EMBRAPA/PPP-SUDENE/DRN e MA/CONTAP/USAID/ETA, 1972A. 532p. (EMBRAPA/PPP - Boletim Técnico 15 - SUDENE/DRN. Série Recursos de Solos, 5).

JACOMINE, P.K.T.; MONTENEGRO, J.O.; RIBEIRO, M.R. et al. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado de Sergipe. Recife., Convênios EMBRAPA/PPP-SUDENE/DRN e MA/CONTAP/USAID/ETA, 1975b. V.II. 506p. (EMBRAPA/PPP. Boletim Técnico 36- SUDENE/DRN. Série Recursos de Solos, 6).

JACOMINE, P.K.T.; CAVALCANTI, A.C.; RIBEIRO, M.R. et al. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos da margem esquerda do rio São Francisco, Estado da Bahia. Recife., Convênios EMBRAPA/SNLCS-SUDENE/DRN e MA/CONTAP/USAID/ETA, 1976. V.II. 404p. (EMBRAPA/SNLCS - Boletim Técnico 38 - SUDENE/DRN. Série Recursos de Solos, 7).

JACOMINE, P.K.T.; CAVALCANTI, A.C.; BURGOS, N. et al. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos da margem direita do Rio São Francisco, Estado da Bahia. Recife., Convênios EMBRAPA/SNLCS-SUDENE/DRN e MA/CONTAP/USAID/ETA, 1977 e 1979a. V. I e II. 1296p. (EMBRAPA/SNLCS. Boletim Técnico 52- SUDENE/DRN. Série Recursos de Solos, 10).

JACOMINE, P.K.T.; Conceituação sumária de classes de solos é critérios para subdividi-las. EMBRAPA, Serviço Nacional de Levantamentos e Convênios de Solos. Rio de Janeiro, 1979b. 69p. (Mimeografado)

JACOMINE, P.K.T.; CAVALCANTI, A.C.; FORMIGA, A.R. et al. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do norte de Minas Gerais (Área de atuação da SUDENE). Recife., Convênios EMBRAPA/SNLCS-SUDENE/DRN, 1979c. 407p. (EMBRAPA/SNLCS - Boletim Técnico 60- SUDENE/DRR. Série Recursos de solos, 12).

JACOMINE, P.K.T.; CAVALCANTI, A.C.; PESSOA, S.C.P. et al. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado de Piauí. Rio de Janeiro, EMBRAPA-SNLCS/SUDENE/DRN, 1986. V.I. 398p. (EMBRAPA-SNLCS - Boletim Técnico 46).

JACOMINE, P.K.T.; CAVALCANTI, A.C. Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 22., Recife, 1989. Guia de Excursão. EMBRAPA/SNLCS, SBCS, 1989.

OLIVEIRA, J. B.; JACOMINE, P.K.T. & CAMARGO, M.N. Classes Gerais de Solos do Brasil: Guia Auxiliar para seu reconhecimento. 2 ed. Jaboticabal, FUNEP. 1992. 201p.

PEREIRA, J. R. Solos Salino-Sódicos. In: Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo,





# PESQUISA EM EROSÃO DO SOLO NO BRASIL

Elmar Antonino Cassol<sup>1</sup> e José Miguel Reichert<sup>1</sup>

## INTRODUÇÃO

A pesquisa em erosão do solo no Brasil data de 1942, como resultado do esforço de pessoas e instituições em alguns Estados brasileiros. A mais antiga instituição do país que realiza pesquisas em erosão do solo de uma forma continuada, desde 1943, é o Instituto Agrônomo de Campinas. Existem algumas informações da mesma época, dando conta da realização de pesquisas em Pernambuco e Minas Gerais, porém as mesmas sofreram descontinuidade e não existe um registro dos resultados obtidos. Desta forma, é o Instituto Agrônomo de Campinas, a instituição brasileira com maior experiência e tradição nessa área de pesquisa. Entretanto, o grande esforço conjunto e organizado de várias instituições brasileiras, no planejamento e desenvolvimento da pesquisa em erosão do solo, no Brasil, data de 1975. Naquele ano, foi realizado em Londrina, PR, o 1º Encontro Nacional sobre Pesquisa de Erosão com Simuladores de Chuva e esse evento foi um grande marco na pesquisa de erosão do solo no Brasil. Desde então, os pesquisadores brasileiros buscam discutir metodologias de pesquisa, tentando uniformizar métodos e elaborar registros com os resultados das pesquisas, de formas que possam estar acessíveis e disponíveis a todos os interessados, especialmente técnicos, extensionistas e produtores rurais. Vários encontros, congressos e reuniões técnicas se sucederam ao longo desses últimos 25 anos e muitas vezes o mesmo assunto foi discutido. Em 1978 e 1980 foram realizados o 2º e o 3º Encontro Nacional de Pesquisa Sobre Conservação do Solo, respectivamente, em Passo Fundo e Recife. Sucederam-se as reuniões conjuntas denominadas Encontros Nacionais de Pesquisa e Congressos Brasileiros de Conservação do Solo, tendo sido realizados o 4º Encontro/Congresso em 1982, em Campinas, o 5º em 1984, em Porto Alegre, o 6º em 1986 em Campo Grande, o 7º em 1988, em João Pessoa e o 8º em 1990, em Londrina. Seguiram-se as Reuniões Brasileiras de Manejo e Conservação do Solo e da Água, tendo sido realizadas

---

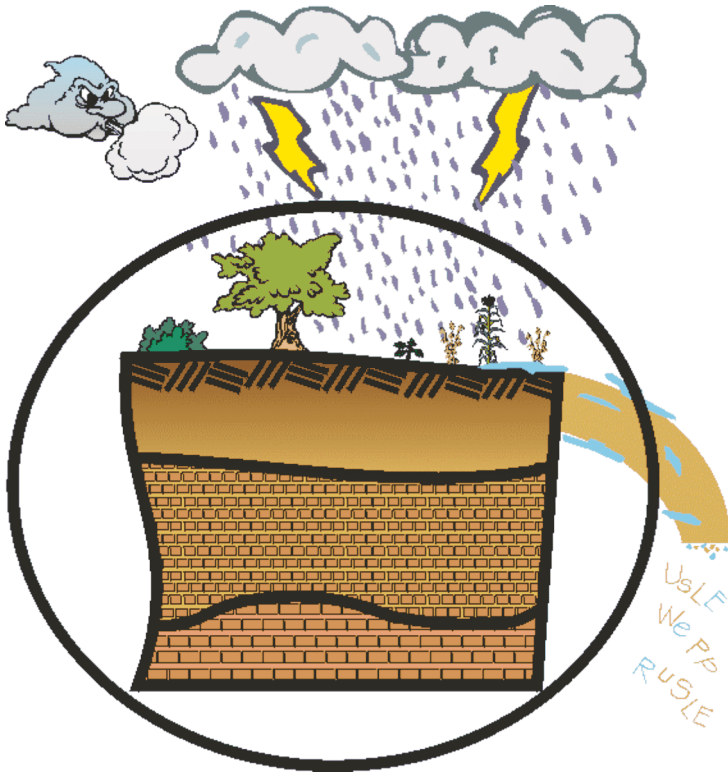
<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

a 9ª em 1992, em Jaboticabal, a 10ª em 1994, em Florianópolis, a 11ª em 1996 em Águas de Lindóia, a 12ª em 1998, em Fortaleza e, presentemente, em 2000, a 13ª em Ilhéus. Nesses 25 anos de pesquisa, um grande avanço foi conseguido. É inegável o progresso técnico obtido na agricultura brasileira voltada ao controle da erosão do solo, nos últimos 20 anos. Certamente, uma parcela muito expressiva desse avanço deve-se a organização e a discussão dos problemas pelos pesquisadores brasileiros de erosão do solo. Entretanto, ainda há muito a avançar e por isso os pesquisadores se mantêm sempre obstinados na busca, na discussão, no planejamento e na sistematização e uniformização de métodos de pesquisa em erosão do solo.

A discussão aqui proposta será centrada na pesquisa em erosão hídrica do solo, tendo em vista que a pesquisa em erosão eólica do solo é inexpressiva no Brasil. Entretanto, vale o alerta que, para algumas regiões do Brasil, é importante planejar e executar pesquisas em erosão eólica do solo.

Erosão do solo é um processo físico em que há o consumo de energia que pode ou não se transformar em trabalho, dependendo das características do sistema solo e suas interfaces. A fonte de energia que desencadeia o processo de erosão do solo provém do agente erosivo. O sistema solo e suas interfaces podem dissipar completamente essa energia ou transformá-la em trabalho. O trabalho resultante desse processo, constitui as perdas de solo e água, e outras substâncias por erosão. Uma ilustração idealizada desse processo é apresentada na Figura 1.

Existem profissionais da área agrônômica que entendem que não é necessário conhecer todas as interações e transformações que ocorrem no sistema solo e suas interfaces durante o processo de erosão do solo. Defendem a idéia de que o importante é conhecer os meios para que seja dissipada totalmente a energia que aporta ao sistema, para que essa energia não seja transformada em trabalho; isto é, o importante é que não hajam perdas de solo e água e outras substâncias, pelo processo de erosão. Sem dúvidas, do ponto de vista agrônômico o que mais importa é controlar o processo de erosão e evitar a ocorrência de perdas por erosão. Entretanto, o pesquisador interessado na área tem a necessidade imperiosa de conhecer os detalhes do processo, a intensidade, as interações e as transformações que ocorrem durante o mesmo. Entendendo e interpretando corretamente o processo, pode, além de encontrar maneiras cada vez mais eficiente de controlá-lo e evitar seus efeitos danosos, também descrevê-lo detalhadamente em um modelo físico ou conceitual.



**Figura 1.** Idealização do processo de erosão do solo, mostrando a ação dos agentes erosivos (chuva, vento), atuando sobre o sistema solo e suas interfaces, transformando em trabalho (perdas de solo, água, ...) a energia dos agentes erosivos.

Existem vários modelos de predição da erosão hídrica do solo. Alguns deles são de natureza empírica, outros tem mais fundamentação física. Alguns destinam-se a predizer as perdas de solo ao nível de lavoura, de uma encosta ou de uma vertente. Outros são aplicados ao nível de bacia ou de micro-bacia hidrográfica. Independente da fundamentação do modelo e da escala ou nível de utilização, a aplicação de um ou de outro em uma determinada região requer a validação do mesmo à nível local. Para tanto é necessário a obtenção dos valores de seus parâmetros, para as condições edafo-climáticas locais. Entre os vários modelos de predição de erosão existentes, um dos mais conhecidos e estudados no Brasil é o modelo USLE (*Universal Soil Loss Equation*), com base estatística probabilística (Wischmeier e Smith, 1978) e suas derivações, MUSLE (*Modified Universal Soil Loss Equation*)

ou RUSLE (*Revised Universal Soil Loss Equation*). Mais recentemente estão sendo conduzidas pesquisas no Brasil para viabilizar a utilização do modelo WEPP (*Water Erosion Prediction Project*), que é um modelo mais fisicamente baseado (Flanagan e Nearing, 1995).

Independente do modelo de predição de erosão hídrica empregado, a pesquisa de erosão deve destinar-se a conhecer e quantificar a intensidade de atuação das variáveis envolvidas no processo. Assim, para que a pesquisa em erosão do solo tenha fundamentação física científica o primeiro fator a ser estudado é o agente erosivo, ou seja, a fonte de energia deflagradora do processo. Desta forma, na pesquisa de erosão hídrica do solo é indispensável conhecer as características básicas da chuva e do escoamento (enxurrada) associado. Ao pesquisador desta área, é de extrema importância o conhecimento de hidrologia e de meteorologia. As variações climáticas inerentes as várias situações geográficas, provocam variações nas características das chuvas. Uma indagação que pode surgir é se essa variação nas características das chuvas afeta diretamente a capacidade energética das mesmas em provocar erosão. Em outros termos, essa variação afeta a *erosividade das chuvas*, ou seja, o potencial erosivo das chuvas? Resposta a esta indagação só pode ser obtida pela realização de pesquisas sobre o potencial erosivo das chuvas em diferentes situações climáticas. Estudos clássicos encontrados na literatura mundial relacionando características básicas, como tamanho de gota, com a intensidade da chuva (Laws e Parson, 1943), serviram de base para o desenvolvimento de expressões fundamentais que relacionam a energia cinética básica com a intensidade da chuva (Wischmeier e Smith, 1958). Esses estudos serviram para fundamentar a aplicação do fator chuva no modelo USLE (Wischmeier, 1959; Wischmeier e Smith, 1978). Alguns trabalhos posteriores adaptaram ou melhor fundamentaram as expressões básicas de energia da chuva (Brown e Foster, 1987). No Brasil, alguns estudos foram realizados nessa área de pesquisa. Entre os poucos trabalhos básicos encontram-se os desenvolvidos por Leprun (1983), Roth et al. (1985), Wagner e Massambani (1988), Moraes et al. (1988a e b) e Carvalho et al. (1993). É muito importante que mais trabalhos sejam desenvolvidos nessa área básica. Os poucos trabalhos realizados têm dado uma indicação de que a metodologia empregada na determinação do fator de erosividade das chuvas usado na USLE, é válida para as condições do Brasil. Inúmeros trabalhos determinando a erosividade das chuvas para utilização no modelo USLE já foram realizados no Brasil (Freire e Castro Filho, 1977; Cogo et al., 1978; Margolis et al., 1985; Carvalho et al., 1989; Oliveira Jr. e Medina, 1990; Moraes et al., 1991; Lopes e Brito, 1993; Bertol, 1993; Marques et al., 1997; Mazurana et al., 1999 e 2000, e muitos outros).

Entretanto, o método empregado, que baseia-se em registros pluviográficos, é extremamente trabalhoso, demorado e caro. Alguns procedimentos baseados em dados pluviométricos têm sido desenvolvidos, para utilização em regiões desprovidas de registros pluviográficos. No Brasil, alguns trabalhos nessa linha têm sido desenvolvidos (Castro Filho et al., 1982; Rufino, 1986; Carvalho et al., 1991; Morais et al., 1991; Rufino et al., 1993; e tantos outros). Esses estudos devem ser fundamentados em determinações clássicas da erosividade das chuvas a partir de dados pluviográficos, para regiões climáticas semelhantes e, através de análise de regressão, tentar obter relações entre a erosividade e a quantidade de chuva. Com isso, pode-se definir, para cada região de interesse, qual é o modelo de regressão mais apropriado para expressar essa relação: linear, potencial, exponencial, ou outro. O modelo assim obtido para uma determinada região, não pode ser extrapolado para regiões climáticas diferentes. Esse cuidado é muito importante, para evitar-se a utilização no modelo USLE, de um valor incorreto do parâmetro erosividade da chuva.

Para a utilização do modelo WEPP não há necessidade de um parâmetro erosividade da chuva. Entretanto, o modelo requer a existência de um banco de dados meteorológicos, no qual devem constar registros diários de precipitação pluvial, temperatura, radiação solar, direção e velocidade do vento. Essas informações são vitais ao correto funcionamento do modelo. Por isso, é imprescindível a existência de estações agrometeorológicas com registros de longo prazo e a participação de pesquisadores da área de agrometeorologia. A instituição ou o pesquisador de erosão hídrica do solo, que desejar aplicar esse modelo, deverá buscar os dados fundamentais e elaborar o banco de dados meteorológicos. Esse levantamento de dados meteorológicos é um trabalho incipiente no Brasil e é altamente importante que os pesquisadores envolvidos uniformizem já, agora, a forma e o tipo de banco de dados, para que as informações geradas possam ser adequadamente comparadas e utilizadas.

Na pesquisa de erosão, especial ênfase deve ser dada ao solo, que é o agente passivo no processo, aquele que sofre a ação do agente erosivo. Cada solo apresenta uma capacidade peculiar de resistir à erosão, a qual é dada em função de sua constituição, propriedades e características intrínsecas. Isso se expressa em termos de suscetibilidade do solo à erosão, a qual, nos modelos de predição de erosão do solo são denominados fator de erodibilidade do solo. Deve-se entender muito bem o conceito de erodibilidade do solo e não confundir com erosão do solo. Erosão do solo é um processo de desagregação, transporte e deposição de partículas de solo provocadas por um agente erosivo e fortemente influenciadas pela ação antrópica, enquanto que erodibilidade é a suscetibilidade ou a vulnerabilidade do solo à erosão. Tão pouco deve-

se entender erodibilidade do solo como uma propriedade do solo. Esse é um entendimento errôneo, mas que ocorre seguidamente. Em modelos de erosão a erodibilidade do solo é representada por fatores determinados experimentalmente. Para uso no modelo USLE, o valor do fator erodibilidade do solo pode ser determinado por meio de métodos diretos ou indiretos, e é expresso como Fator “K”. Os métodos diretos requerem experimentação de campo, à longo prazo, em condições de chuva natural, ou em curto prazo, em condições de chuva simulada. Em ambos os casos, necessita-se quantificar as perdas de solo sob condições padrões de manejo e cobertura do solo, grau e comprimento do declive e práticas conservacionistas, além de se conhecer a erosividade das chuvas que provocou as respectivas perdas de solo. Muitos trabalhos já foram desenvolvidos no Brasil nessa linha (Cassol et al., 1981; Biscaia et al., 1981; Eltz et al., 1984a e b; Távora et al., 1985a; Silva et al., 1986a; Bertol, 1994b; Silva et al., 1997; Marques et al., 1997; e inúmeros outros). Pelos métodos indiretos, a erodibilidade do solo pode ser determinada por meios analíticos, através do conhecimento das propriedades do solo que melhor se correlacionam com os valores conhecidos de erodibilidade do solo determinados pelos métodos diretos. Um significativo número de trabalhos já foi realizada nessa área no Brasil, entre os quais pode-se citar Henklain e Freire (1983), Ângulo et al. (1984), Martins Filho e Silva (1985), Silva et al. (1986a), Denardin (1990), Marques et al. (1997a e b), e tantos outros mais. A metodologia utilizada na determinação da erodibilidade do solo (tanto por método direto quanto por método indireto) deve ser uniformizada para que os pesquisadores possam comparar valores e utilizá-los nas mais variadas condições.

Já, para o modelo WEPP deve-se determinar os fatores de erodibilidade do solo em sulcos e em entressulcos, a tensão crítica de cisalhamento, além da condutividade hidráulica saturada e as características de consolidação do solo para aplicação no modelo. Alguns poucos trabalhos têm sido realizados no Brasil, nessa linha, tais como, Veiga et al., (1993); Giasson e Cassol, (1996); Braidá e Cassol, (1996); Albuquerque e Cassol, (1998) e Albuquerque et al., (2000). Por se tratar de uma linha de pesquisa bastante recente no Brasil é altamente recomendável que a determinação local dos valores desses fatores seja efetuada com base em metodologia uniformizada. Desde tipo, formato e tamanho de parcela, até padrões e intensidades de chuvas experimentais, taxas e formas de aplicação de fluxos extras em sulcos pré-formados ou não e uma série de outros aspectos precisam ser bem definidos e padronizados. Na presente fase da pesquisa no Brasil, pode-se inclusive realizar experimentação sobre comparação de métodos de obtenção dos fatores utilizados no modelo

WEPP. Na Figura 2, está apresentado um esquema experimental, utilizando simulador de chuvas de braços rotativos, adequado para realização de pesquisas de erosão em sulcos e em entressulcos apropriados para obtenção de valores de parâmetros do modelo WEPP. Nas Figuras 3 e 4 são mostradas parcelas de erosão em entressulcos e em sulcos, instaladas a campo. O esquema apresentado na Figura 2, é, basicamente, o desenho experimental utilizado no período compreendido entre 1997 e 1990, pelo pessoal do USDA (Departamento de Agricultura dos Estados Unidos), com base no qual foram obtidos a grande maioria dos resultados que constitui o banco de dados que serviu para definir valores de parâmetros e as relações fundamentais utilizadas no modelo WEPP.

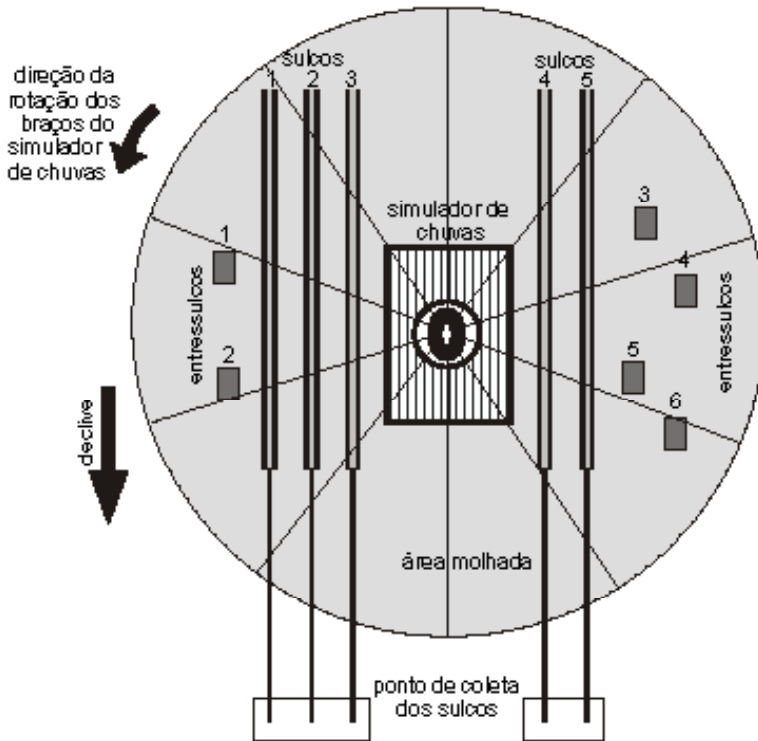


Fig. 2. Esquema experimental empregando simulador de chuva de braços rotativos utilizado na pesquisa de erosão em entressulcos e em sulcos na obtenção de valores de parâmetros do modelo WEPP (adaptado de Elliot et al., 1989).



Figura 3. Parcelas experimentais de estudos da erosão em entressulcos instaladas à campo

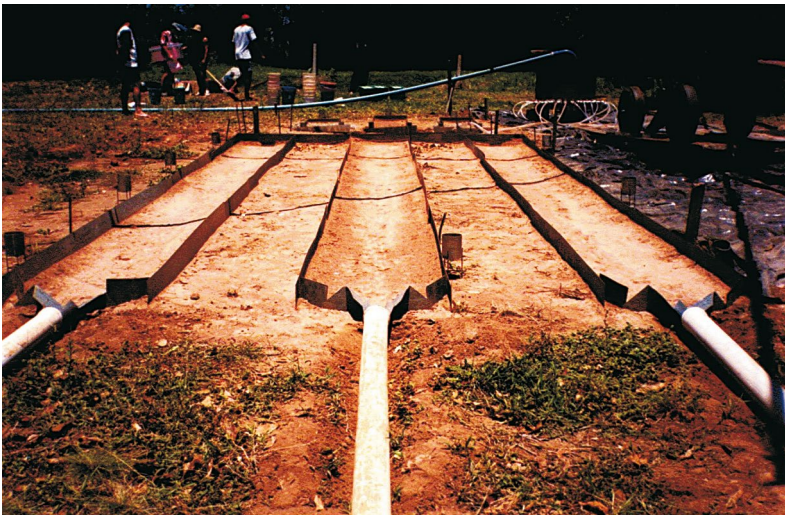


Figura 4. Parcelas experimentais de estudos da erosão em sulcos instaladas à campo.



Um fator da interface do sistema solo, extremamente importante na aplicação de modelos de erosão está relacionado com as plantas cultivadas e seus efeitos na dissipação da energia erosiva que alcança o solo. O manejo das culturas, o desenvolvimento vegetativo e do sistema radicular, os resíduos, a forma de manejo e as taxas de decomposição dos resíduos, são variáveis extremamente importantes no processo de erosão do solo. Nesse contexto, reveste-se de acentuada importância o método de preparo do solo utilizado na implantação das culturas, bem como os sistemas de sucessão e de rotação de culturas envolvidos. A forma de quantificação de valores para cada um desses fatores, depende do tipo de modelo de erosão que o pesquisador quer trabalhar. As padronizações metodológicas que cada modelo determina, precisam ser seguidas. Assim os resultados obtidos poderão ser devidamente avaliados, utilizados e comparados. Certamente o fator simples mais importante na dissipação da energia erosiva está relacionado com o manejo do solo e das culturas, os resíduos vegetais e os métodos de preparo do solo. Mas, por outro lado, são os fatores mais difíceis de serem obtidos pela experimentação de campo ou de laboratório, por procedimentos uniformes. É muito importante que o pesquisador seja bem claro ao caracterizar o método experimental utilizado na obtenção dos valores desses parâmetros. No modelo USLE o efeito do manejo e da cobertura vegetal nas perdas por erosão é representado pelo Fator "C". Inúmeras pesquisas foram efetuadas no Brasil nesses últimos 25 anos, relacionando perdas de solo e água por erosão hídrica, com métodos de preparo do solo, sistemas de cultivo e de manejo de resíduos e manejo do solo. Alguns desses trabalhos podem ser utilizados para determinação do fator "C" da USLE. Nessa linha pode-se citar Benatti et al., (1977), Eltz et al. (1977), Vieira et al. (1978), Oliveira e Silva (1982), Eltz et al., (1984a e b), Leite (1984), Távora et al., (1985b), Rufino et al. (1985), Castro et al. (1986a e b), Dedecek et al. (1986), Silva et al. (1986b), Lopes et al. (1987), Nunes Filho et al. (1987), Bertol et al. (1987), Hernani et al. (1987), Lombardi Neto et al. (1988), Silva et al. (1989), Amado et al. (1989), Bertol et al. (1989), Levien et al. (1990), Margolis et al. (1991), Melo Filho e Silva (1993), Bertol (1994a), Seganfredo et al. (1997), Bertol et al. (1997), Hernani et al. (1997), Schick et al. (2000). Entretanto, são poucos os trabalhos que calcularam diretamente o fator "C" da USLE. Entre eles, pode-se citar De Maria e Lombardi Neto (1997) e Nascimento e Lombardi Neto (1999).

Nos modelos RUSLE e WEPP, os efeitos da cobertura vegetal e do manejo do solo, são expressos de modos semelhantes. Esses efeitos refletem a ação da cobertura aérea (dossel das culturas), da cobertura em contato direto com a superfície do solo e dos resíduos incorporados ao solo, sobre as perdas

de solo e água por erosão. São poucos os trabalhos efetuados no Brasil, nessa linha de pesquisa, tendo sido encontrados apenas os trabalhos de Giasson e Cassol (1996) e Braida e Cassol (1999)

Características do relevo, tais como declividade, forma e comprimento do declive são muito importantes no processo erosivo. As práticas conservacionistas se constituem também em fator relevante na magnitude das perdas de solo e água por erosão. Entretanto, se forem estabelecidas prioridades de pesquisa, certamente, para as condições de Brasil, esses fatores teriam uma prioridade secundária. Alguns trabalhos têm sido conduzidos no Brasil, relacionando características do relevo e práticas conservacionistas, com as perdas de solo e água por erosão e, eventualmente, determinando valores de parâmetros de modelos de erosão. Entre esses trabalhos, pode-se citar Chaves (1996), Cogo et al., (1996), Bertol et al., (1997a), Silva e Silva (1997) e Bertol et al. (2000). As obras hidráulicas realizadas na conservação do solo precisam de estudos básicos especialmente relacionadas aos processos hidrológicos de infiltração, enxurrada e tempos de retorno e intensidades máximas das chuvas. No Brasil, alguns trabalhos foram desenvolvidos nessa linha, tais como, Vieira et al. (1991), Eltz et al. (1992), Vieira et al. (1994), Cardoso et al. (1998), Barcelos et al. (1999), Alves e Cabeda (1999), Cassol et al. (1999) e muitos outros. Relações para expressar os efeitos dos fatores topográficos e das práticas conservacionistas complementares, em modelos de erosão, obtidas em pesquisas realizadas em outros países, podem, em princípio, serem empregadas nas condições locais. Características muito particulares podem ser estudadas, desde que as maiores prioridades estejam atendidas. Nesse caso, novamente, a uniformização metodológica é desejável.

Para que a Equação Universal de Perdas de Solo possa ser utilizada eficazmente no planejamento conservacionista e na predição de perdas de solo em vários sistemas de uso e de manejo do solo, é necessário estabelecer-se limites de tolerância das perdas de solo e água por erosão. Deve-se buscar uniformizar a metodologia para o estabelecimento desses valores. Alguns trabalhos foram desenvolvidos no Brasil, buscando determinar os limites de tolerância de perdas de solo por erosão, e, dentre esses, pode-se citar Galindo e Margolis (1989), Sparovek & Jong van Lier (1997) e Bertol e Almeida (2000).

As pesquisas para determinação de perdas de solo e água por erosão, para determinar fatores de erodibilidade do solo, efeitos de manejo e cobertura, relevo, práticas conservacionistas, podem ser efetuadas a campo, sob condições de chuva natural ou simulada, em esquemas experimentais como os mostrados nas Figuras 5 e 6.



**Figura 5.** Ilustração de um experimento típico, sob condições de chuva natural, para determinação de perdas por erosão sob diferentes sistemas de cultivo e de manejo do solo.



**Figura 6.** Simulador de chuvas de braços rotativos, utilizado na pesquisa de erosão hídrica do solo.

A pesquisa de erosão no Brasil têm sido concentrada na obtenção de valores de perdas de solo e água em várias condições de solo e de sistemas de manejo e preparo do solo e também na determinação de valores para aplicação parâmetros de modelos de erosão. Essas pesquisas têm sido realizadas em parcelas experimentais de tamanho médio a pequeno. É importante que essas pesquisas sejam desenvolvidas em áreas grandes como bacias ou microbacias hidrográficas. Outro ponto importante é que a pesquisa em erosão do solo não deve se preocupar apenas em privilegiar o aspecto agrônômico do problema. Aspectos de engenharia são muito importantes, principalmente relacionados à sedimentação nas calhas dos rios em bacias hidrográficas grandes e médias. A área da pesquisa agrônômica em erosão do solo, deve buscar atuação conjunta, muito estreita com a área da engenharia que trata da erosão e da sedimentação em grandes reservatórios de água. Essas áreas se complementam. Junto ao campo da engenharia existe uma necessidade muito grande do conhecimento agrônômico, muito especialmente relacionado ao solo e aos sistemas de uso e manejo agrícola dos solos. A engenharia ambiental está em intenso desenvolvimento. Os aspectos ambientais de qualidade da água são extraordinariamente importantes e talvez deva ser o enfoque principal da pesquisa nessa primeira parte do novo século que está iniciando neste ano de 2001. A água é tão importante quanto o solo na pesquisa da erosão. Atualmente, com o incremento de métodos de preparo do solo que aliam a mínima (ou nenhuma) mobilização do solo, com a manutenção de uma densa e contínua cobertura do solo (por resíduos e por culturas de cobertura), os níveis de perdas de solo por erosão têm diminuído sensivelmente. Entretanto, esse fato não tem diminuído a importância e a necessidade da pesquisa em erosão do solo. Ainda existem no Brasil áreas imensas onde a exploração agrícola é feita utilizando sistemas inadequados de uso e manejo do solo. Além disso, mesmo nos locais onde o uso agrícola e o manejo do solo são efetuados de forma adequada, há um campo importantíssimo inexplorado, relacionado com a qualidade da água e ao potencial poluidor das águas de escoamento superficial que saem das lavouras onde se aplicam grandes quantidades de agrotóxicos. Ênfase deve ser dada aos aspectos de infiltração de água, ao fluxo superficial concentrado (e seu potencial erosivo) e ao manejo das águas de escoamento superficial.

No momento atual da pesquisa em erosão do solo no Brasil, onde já existem inúmeros resultados experimentais obtidos em várias partes do país, alguns publicados, outros não, muitos dispersos e desconhecidos, a preocupação deveria ser em reunir as informações existentes em um grande banco de dados. Provavelmente, se a Sociedade Brasileira de Ciência do Solo se

responsabilizasse pela elaboração desse banco de dados, realizando convênios com instituições de pesquisa, se poderia ter sucesso nesse empreendimento.

Outro aspecto da pesquisa de erosão do solo está relacionado ao desenvolvimento de um modelo de predição de erosão para características específicas de agroecossistemas brasileiros. Aparentemente essa não é uma das principais prioridades atuais. Esse parece ser o entendimento geral dos pesquisadores em erosão do solo no Brasil, tendo em vista que praticamente inexistem trabalhos de modelagem da erosão no Brasil, na área agrônômica, com exceção dos trabalhos de Vilar (1989), e as tentativas de Chaves (1991) analisando o modelo MUSLE e a modelagem de sulcos e voçorocas (Chaves, 1994). Na área da engenharia hidráulica e sedimentação, por outro lado, muitos trabalhos de modelagem da erosão têm sido desenvolvidos, os quais não serão aqui citados, visto estar sendo abordado mais o aspecto agrônômico do problema. Por isso e, por outros inúmeros motivos, a pesquisa de erosão do solo agrícola deve ter a participação não só do Engenheiro Agrônomo, mas também contar com a participação de profissionais da área de Engenharia e de outras áreas, tais como, Biologia, Agrometeorologia, Física, enfim de muitas áreas afins. O fato de não existirem no Brasil muitos trabalhos na área agrônômica voltados a modelagem do processo de erosão do solo, está também apoiada na convicção de que um modelo com fundamentação física pode ser aplicado em praticamente todas as partes do mundo, desde que sejam desenvolvidas pesquisas de validação. Entretanto se algum modelador desenvolver um modelo brasileiro sugere-se a denominação de EROSÃO-500, como uma justa homenagem ao tema dessa XIII Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo, inteligentemente relacionada com os 500 anos da descoberta do Brasil pelos colonizadores portugueses.

## LITERATURA CONSULTADA

ALBUQUERQUE, J. A. & CASSOL, E. A. 1998. Estimativa da erodibilidade em entressulcos de solos do Rio Grande do Sul. In: Reunião Sul-Brasileira de Ciência do Solo, 2, Santa Maria, 04 a 06 de Novembro de 1998. Núcleo Regional Sul da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo e CCR-UFSM, Anais. 1998. Resumos Expandidos, pp. 271-274 (Resumo nº VI-15).

ALBUQUERQUE, J.A.; CASSOL, E.A. & REINERT, D.J. 2000. Relação entre a erodibilidade em entressulcos e estabilidade de agregados. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, 24(1):141-151, 2000.

- ALVES, M.C. & CABEDA, M.S.V. 1999. Infiltração de água em um Podzólico Vermelho-escuro sod dois métodos de preparo, usando chuva simulada com duas intensidades. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, 23(4):753-761, 1999.
- AMADO, T.J.C.; COGO, N.P. & LEVIEN, R. 1989. Eficácia relativa do manejo do resíduo cultural de soja na redução das perdas de solo por erosão hídrica. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 13(2):251-257, 1989.
- ANGULO, R.J.; ROLOFF, G. & SOUZA, M.L.P. 1984. Relações entre a erodibilidade e agregação, granulometria e características químicas de solos brasileiros. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas 8(1):133-138, 1984.
- BARCELOS, A.A.; CASSOL, E.A. & DENARDIN, J.E. 1999. Infiltração de água em um latossolo vermelho-escuro sob condições de chuva intensa em diferentes sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, 23(1):35-43, 1999.
- BENATTI JR., R.; BERTONI, J. & MOREIRA, C.A. 1977. Perdas por erosão em plantio direto e convencional de milho em dois solos de São Paulo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 1(2,3):121-123.
- BERTOL, I. 1993. Índice de erosividade ( $EI_{30}$ ) para Lages (SC) – 1ª aproximação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 28, n. 4, pp. 515-521. 1993
- BERTOL, I. 1994a. Erosão hídrica em Cambissolo húmico distrófico sob diferentes preparos do solo e rotação de cultura. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 18(2):267-271.
- BERTOL, I. 1994b. Erodibilidade de um Cambissolo húmico distrófico determinada sob chuva natural: primeira aproximação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 18(2):335-338.
- BERTOL, I. & ALMEIDA, J.A. 2000. Tolerância de perda de solo por erosão para os principais solos do Estado de Santa Catarina. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, 24(3):657-668, 2000.
- BERTOL, I.; COGO, N.P. & LEVIEN, R. 1987. Relações da erosão hídrica com métodos de preparo do solo, na ausência e na presença de cobertura por resíduo cultural de trigo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 11(2):187-192, 1987.
- BERTOL, I.; COGO, N.P. & LEVIEN, R. 1989. Cobertura morta e métodos de preparo do solo na erosão hídrica em solo com crosta superficial. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 13(3):373-379, 1989.
- BERTOL, I.; COGO, N.P. & LEVIEN, R. 1997a. Comprimento crítico de declive em sistemas de preparos conservacionistas de solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 21(1):139-148.

BERTOL, I.; COGO, N.P. & LEVIEN, R. 1997b. Erosão hídrica em diferentes preparos do solo logo após as colheitas de milho e trigo, na presença e na ausência dos resíduos culturais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, 21(3):409-418.

BERTOL, I.; COGO, N.P. & CASSOL, E.A. 2000. Distância entre terraços usando o comprimento crítico de rampa em dois preparos conservacionistas de solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, 24(2):417-425, 2000.

BISCAIA, R.C.M.; RUFINO, R.L. & HENKLAIN, J.C. 1981. Cálculo de erodibilidade (Fator K) de dois solos do Estado do Paraná. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 5, nº 3, pp. 183-186

BRAIDA, J.A. & CASSOL, E.A. 1996. Erodibilidade em sulcos e em entressulcos de um Podzólico Vermelho-Escuro franco-arenoso. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas 20(1):127-134, 1996.

BRAIDA, J.A. & CASSOL, E.A. 1999. Relações da erosão em entressulcos com o tipo e com a quantidade de resíduo vegetal na superfície do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, 23(3):711-721.

BROWN, L.C. & G.R. FOSTER. 1987. Storm erosivity using idealized intensity distributions. *Transactions of the ASAE*, St. Joseph, vol. 30, nº2, pp. 379-386.

CARDOSO, C.O.; ULLMANN, M.N. & BERTOL, I. 1998. Análise de chuvas intensas a partir da desagregação das chuvas diárias de Lages e de Campos Novos (SC). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, 22(1):131-140, 1998.

CARVALHO, M.P.; LOMBARDI NETO, F.; VASQUES FILHO, J. & CATANELO, A. 1989. Erosividade da chuva de Mococa (SP) analisada pelo índice  $EI_{30}$ . *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 13, nº 2, pp. 243-249.

CARVALHO, M.P.; LOMBARDI NETO, F.; VASQUES FILHO, J. & CATÂNEO, A. 1991. Correlação entre o índice de erosividade  $EI_{30}$  médio mensal e o coeficiente de chuva do município de Mococa-SP. *Científica*, São Paulo, v. 19, n. 1, pp. 1-7, 1991.

CARVALHO, M. de P. e; CATÂNEO, A. & LOMBARDI NETO, F. 1993. Índices de erosividade da chuva e enxurrada correlacionados com as perdas de solo e determinação da erodibilidade de um latossolo roxo distrófico de Campinas (SP). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 17(3):445-450, 1993.

CARVALHO, F.L.C.; COGO, N.P. & LEVIEN, R. 1990. Eficácia relativa de doses e formas de manejo do resíduo cultural de trigo na redução da erosão hídrica do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 14(2):227-234, 1990.

CASSOL, E.A.; ELTZ, F.L.F. & GUERRA, M. 1981. Determinação da erodibilidade do solo "São Jerônimo" (Laterítico Bruno Avermelhado Distrófico) com simulador

de chuvas. In: Encontro Nacional de Pesquisa sobre Conservação do Solo, 3, Recife, 28 de julho a 01 de agosto de 1980. SBCS, IPA e SUDEPE. 1981. pp. 203-218.

CASSOL, E.A.; LEVIEN, R.; JONG VAN LIER, Q. & BADELUCCI, M. 1999. Infiltração de água e perdas de água e solo por erosão influenciadas por diferentes métodos de melhoramento da pastagem nativa gaúcha. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, 23(4):923-931, 1999.

CASTRO FILHO, C.; CATANEO, A. & BISCAIA, R.C.M. 1982. Utilização da metodologia de Wilkinson para cálculo do potencial erosivo das chuvas em cinco localidades do Paraná. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 6(3):240-241, 1982.

CASTRO, O.M. DE; LOMBARDI NETO, F.; VIEIRA, S.R. & DECHEN, S.C.F. 1986a. Sistemas convencionais e reduzidos de preparo do solo e as perdas por erosão. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 10(2):167-171, 1986.

CASTRO, O.M. DE; LOMBARDI NETO, F.; QUAGGIO, J.A.; MARIA, I.C. DE; VIEIRA, S.R. & DECHEN, S.C.F. 1986b. Perdas por erosão de nutrientes vegetais na sucessão soja/trigo em diferentes sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 10(3):293-297, 1986.

CHAVES, H.M.L. 1991. Análise global de sensibilidade dos parâmetros da equação universal de perda de solo modificada (MUSLE). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 15(3):345-350, 1991.

CHAVES, H.M.L. 1994. Método estocástico para a estimativa de erosão em sulcos e voçorocas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 18(2):285-294, 1994.

CHAVES, H.M.L. 1996. Novo enfoque para o dimensionamento da área de seção transversal de terraços de retenção. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 20(1):141-150, 1996.

COGO, N.P.; C.R. DREWS & C. GIANELLO. 1978. Índice de erosividade das chuvas dos municípios de Guaíba, Ijuí e Passo Fundo, no Estado do Rio Grande do Sul IN: Encontro Nacional de Pesquisa sobre Conservação do Solo, 2, Passo Fundo, 24 a 28 de abril de 1978. Anais. CNPTrigo e SNLCS-EMBRAPA, pp. 145-152.

COGO, N.P.; FOSTER, G.R. & MOLDENHAUER, W.C. 1996. *Flow rates-soil erosion relationships as affected by wheat residue cover: an attempt to define slope length limits for conservation tillage*. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 20(3):475-483, 1996.

DEDECEK, R.; RESCK, D.V.S. & FREITAS Jr., E. de 1986. Perdas de solo, água e nutrientes por erosão em Latossolo Vermelho-Escuro dos Cerrados em diferentes cultivos sob chuva natural. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas,



10(3):265-272, 1986.

DE MARIA, I.C. & LOMBARDI NETO, F. 1997. Razão de perdas de solo e fator C para sistemas de manejo da cultura do milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 21(2):263-270, 1997.

DENARDIN, J.E. 1990. Erodibilidade do solo estimada por meio de parâmetros físicos e químicos. Piracicaba. ESALQ-USP. Tese de doutorado. 114 p.

ELLIOT, W.J.; LIEBENOW A.M.; LAFLEN, J.M. et al. A compendium of soil erodibility data from WEPP cropland soil field erodibility experiments 1987 & 88. West Lafayette, The Ohio State University & USDA Agricultural Research Service, 1989. p.A2-A25 (NSERL Report, 3).

ELTZ, F.L.F.; COGO, N.P. & MIELNICZUK, J. 1977. Perdas por erosão em diferentes manejos de solo e coberturas vegetais em solo Laterítico Bruno avermelhado distrófico (São Jerônimo). I. Resultados do primeiro ano. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 1(2,3):123-127.

ELTZ, F.L.F.; CASSOL, E.A.; SCOPEL, I. & GUERRA, M. 1984a. Perdas de solo e água por erosão em diferentes sistemas de manejo e coberturas vegetais em solo Laterítico Bruno Avermelhado Distrófico (São Jerônimo) sob chuva natural. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 8(1):117-125.

ELTZ, F.L.F.; CASSOL, E.A.; GUERRA, M. & ABRÃO, P.U.R. 1984b. Perdas de solo e água por erosão em diferentes sistemas de manejo e coberturas vegetais em solo São Pedro (Podzólico Vermelho Amerelo) sob chuva natural. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 8(2):245-249.

ELTZ, F.L.F.; REICHERT, J.M. & CASSOL, E.A. 1992. Período de retorno de chuvas em Santa Maria, RS. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 16(2):265-269, 1992.

FLANAGAN, D. & NEARING, M.A. (eds) 1995. USDA - Water erosion prediction project hillslope profile and watershed model documentation. USDA-ARS-MWA-NSERL. Technical Documentation, West Lafayette, IN (NSERL Report No. 10)

FOSTER, G.; McCOOL, D.K.; RENARD, K.G. & MOLDENHAUER, W.C. 1981. Conversion of the universal soil loss equation to SI units. *Journal of Soil and Water Conservation*, Ankeny, v. 36, pp. 355-359, 1981

FREIRE, O. & CASTRO FILHO, C. 1977. A avaliação do potencial erosivo da chuva em Piracicaba. *R. Agric.*, São Paulo, 52(2/3):105-111, 1977.

GALINDO, I.C. DE & MARGOLIS, E. 1989. Tolerância de perdas por erosão para solos do Estado de Pernambuco. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas,

13(1):95-100, 1989.

GIASSON, É. & CASSOL, E.A. 1996. Relações da erosão em sulcos com vazões aplicadas e doses de resíduos de trigo incorporados a um Plintossolo franco-argilo-arenoso. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas 20(1):117-125, 1996.

HENKLAIN, J.C. & FREIRE, O. 1983. Avaliação do método nomográfico para a determinação da erodibilidade de Latossolos do Estado do Paraná. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas 7(2):191-195, 1983.

HERNANI, L.C.; SAKAI, E.; LOMBARDI NETO, F. & LEPSCH, I.F. 1987. Influência de métodos de limpeza de terreno sob floresta secundária em latossolo amarelo do vale da ribeira, SP: II. Perdas por erosão. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 11(2):215-219, 1987.

HERNANI, L.C.; SALTON, J.C.; FABRÍCIO, A.C.; DEDECEK, R. & ALVES JUNIOR, M. 1997. Perdas por erosão e rendimentos de soja e de trigo em diferentes sistemas de preparo de um Latossolo roxo de Dourados (MS). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, 21(4):667-676, 1997.

LAWS, J.O. & D.A. PARSONS. 1943. The relation of raindrop-size to intensity. *Transactions of the American Geophysical Union*, pp. 452-460.

LEITE, J. de O. 1984. Perdas de água e nutrientes em uma plantação de cacau no sul da Bahia. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 8(3):337-343, 1984.

LEPRUN, J.C. 1983. Primeira avaliação do diâmetro de gotas de chuva no Nordeste. Relatório do fim do Convênio de Manejo e Conservação do Solo no Nordeste Brasileiro. ORSTON/DRN/SUDENE, Recife, 1983. pp.188-196.

LEVIEN, R.; COGO, N.P. & ROCKENBACH, C.A. 1990. Erosão na cultura do milho em diferentes sistemas de cultivo anterior e métodos de preparo do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 14(1):73-80, 1990.

LOMBARDI NETO, F.; DE MARIA, I.C.; CASTRO, O.M. DE; DECHEN, S.C.F. & VIEIRA, S.R. 1988. Efeito da quantidade de resíduos culturais de milho nas perdas de solo e água. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 12(1):71-75, 1988.

LOPES, P.R.C. & BRITO, L.T.L. 1993. Erosividade da chuva no médio São Francisco. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas 17(1):129-133. 1993.

LOPES, P.R.C.; COGO, N.P. & LEVIEN, R. 1987. Eficácia relativa de tipo e quantidade de resíduos culturais espalhados uniformemente sobre o solo na redução da erosão hídrica. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 11(1):71-75, 1987.

MARGOLIS, E.; SILVA, A.B. da & JACQUES, F. de O. 1985. Determinação dos

fatores da equação universal de perdas de solo para as condições de Caruaru (PE). Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 9(2):165-169. 1985

MARGOLIS, E.; GALINDO, I.C. DE L. & MELLO NETTO, A.V. de. 1991. Comportamento de sistemas de cultivo da mandioca em relação à produção e às perdas por erosão. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 15(3):357-362, 1991.

MARQUES, J.J.G.S.M.; ALVARENGA, R.C.; CURTI, N.; SANTANA, D.P. & SILVA, M.L.N. 1997. Índices de erosividade da chuva, perdas de solo e fator erodibilidade para dois solos da região dos Cerrados – primeira aproximação. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, 21(3):427-434. 1997.

MARQUES, J.J.G.S.M.; CURTI, N.; FERREIRA, M.M.; LIMA, J.M.; SILVA, M.L.N. & CAROLINO DE SÁ, M.A. 1997a. Adequação de métodos indiretos para estimativa da erodibilidade de solos com horizonte B textural no Brasil. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, 21(3):447-456, 1997.

MARQUES, J.J.G.S.M.; CURTI, N.; LIMA, J.M.; FERREIRA, M.M.; SILVA, M.L.N. & FERREIRA, D.F. 1997b. Estimativa da erodibilidade a partir de atributos de solos com horizonte B textural no Brasil. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, 21(3):457-465, 1997.

MARTINS FILHO, E.C. & SILVA, J.R.C. 1985. Comparação de métodos de avaliação da erodibilidade em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 9(2):175-177, 1985.

MAZURANA, J.; HERZOG, R.L.S.; FALLEIRO, R.M.; & CASSOL, E.A. 1999. Erosividade das chuvas de Santa Rosa (RS) no período de 1982 a 1998. In: Salão de Iniciação Científica, 11, Porto Alegre, 25 a 29 de Outubro de 1999. UFRGS, Anais... 1999. Livro de Resumos, Ciências Agrárias, - Solos I, p. 113, (Resumo nº 119).

MAZURANA, J.; CASSOL, E.A. & HERZOG, R.L.S. 2000. Erosividade das chuvas de Porto Alegre, RS, determinada pelo índice  $EI_{30}$ , no período de 1974 a 1999. In: Salão de Iniciação Científica, 12, Porto Alegre, RS, 11 a 15 de Setembro de 2000. UFRGS, Anais... 2000, Livro de Resumos, Ciências Agrárias, - Solos II, p. 138, Resumo nº 169. (Também publicado em CD-ROM).

MELO FILHO, J.F. & SILVA, J.R.C. 1993. Erosão, teor de água no solo e produtividade do milho em plantio direto e preparo convencional de um Podzólico Vermelho-Amarelo no Ceará. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 17(2):291-297, 1993.

MORAES, L.F.B.; MUTTI, L.S.M. & ELTZ, F.L.F. 1988a. Índices de erosividade correlacionados com perdas de solo no Rio Grande do Sul.. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 12(3):281-284, 1988.

MORAES, L.F.B.; MUTTI, L.S.M. & ELTZ, F.L.F. 1988b. Relações entre características físicas da chuva e perdas de solo no Rio Grande do Sul.. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 12(3):285-288, 1988

MORAIS, L.F.B. de; SILVA, V. da; NASCHENVENG, T.M. da; HARDOIN, P.C.; ALMEIDA, J.E.L. de; WEBER, O.L. dos; BOEL, E. & DURIGON, V. 1991. Índice  $EI_{30}$  e sua relação com o coeficiente de chuva do sudoeste do Mato Grosso. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas 15(3):339-344. 1991.

NASCIMENTO, P.C. & LOMBARDI NETO, F. 1999. Razão de perdas de solo sob cultivo de três leguminosas. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, 23(1):121-125, 1999.

NUNES F<sup>o</sup>, J.; SOUSA, A.R. DE; MAFRA, R.C. & JACQUES, F. de O. 1987. Efeito do preparo do solo sobre as perdas por erosão e produção de milho num Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico de Serra Talhada (PE). Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 11(2):183-186, 1987.

OLIVEIRA Jr., R.C. de & MEDINA, B.F. 1990. A erosividade das chuvas em Manaus (AM). Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 14(2):235-239.

OLIVEIRA, J.B. DE & SILVA, J.R.C. 1982. Efeitos do manejo do solo na erosão do Podzólico Vermelho Amarelo equivalente eutrófico e Planossolo solódico da microrregião homogênea 68 do Ceará. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 6(3):231-235, 1982.

ROTH, C.H.; HENKLAIN, J.C. & FARIAS, G.S. 1985. Avaliação do tamanho de gotas de chuva natural e simulada para o norte do Paraná. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 9(2):171-174, 1985.

RUFINO, R.L. ; HENKLAIN, J.C. & BISCAIA, R.C.M. 1985. Influência das práticas de manejo e cobertura vegetal do cafeeiro nas perdas de solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 9(3):277-280, 1985.

RUFINO, R.L. 1986. Avaliação do potencial erosivo da chuva para o Estado do Paraná: segunda aproximação. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 10(3):279-281, 1986.

RUFINO, R.L.; BISCAIA, R.C.M. & MERTEN, G.H. 1993. Determinação do potencial erosivo da chuva do Estado do Paraná, através de pluviometria: terceira aproximação. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 17(3):439-444, 1993.

SCHICK, J.; BERTOL, I.; BATISTELA, O. & BALBINOT JUNIOR, A.A. 2000. Erosão hídrica em Cambissolo húmico alumínico submetido a diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo: I. Perdas de solo e água. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, 24(2):427-436, 2000.

SEGANFREDO, M.L.; ELTZ, F.L.F. & BRUM, A.C.R. 1997. Perdas de solo, água e nutrientes por erosão em sistemas de culturas em plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 21(2):287-291, 1997.

SILVA, I. DE F. DA; ANDRADE, A.P. DE & CAMPOS FILHO, O.R. 1986a. Erodibilidade de seis solos do semi-árido paraibano obtida com chuva simulada e método nomográfico. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas 10(3):283-287, 1986

SILVA, I. de F. da; ANDRADE, A.P. DE; CAMPOS FILHO, O.R. & OLIVEIRA, F.A.P. de. 1986b. Efeito de diferentes coberturas vegetais e de práticas conservacionistas no controle da erosão. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 10(3):289-292, 1986.

SILVA, I. de F. da; CAMPOS FILHO, O.R.; ANDRADE, A.P. DE; COELHO, E.A.C. & DINIZ, E.J. 1989. Influência do cultivo isolado e do consórcio sobre as perdas de solo e água numa terra roxa estruturada. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 13(1):111-115, 1989.

SILVA, M.L.N.; FREITAS, P.L.; BLANCANEUX, P.; CURI, N. & LIMA, J.M. 1997. Relação entre parâmetros da chuva e perdas de solo e determinação da erodibilidade de um Latossolo vermelho-escuro em Goiânia (GO). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 21(1):131-137, 1997.

SILVA, F.J. & SILVA, J.R.C. 1997. Produtividade de um solo Litólico associada ao controle da erosão por cordões de pedra em contorno. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, 21(3):435-440, 1997.

SPAROVEK, G. & JONG VAN LIER, Q. 1997. *Definition of tolerable soil erosion values*. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, 21(3): 467-471, 1997.

TÁVORA, M.R.P.; SILVA, J.R.C. & MOREIRA, E.G.S. 1985a. Erodibilidade de dois solos da região de Ibiapaba, Estado do Ceará. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 9(1):59-62, 1985.

TÁVORA, M.R.P.; SILVA, J.R.C.; HERNÁNDEZ, F.F.F.; SANDERS, L.C.U. & MOREIRA, E.G.S. 1985b. Perdas de solo, água e nutrientes em latossolo vermelho-amarelo distrófico de Ubajara (CE). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas 9(1):63-66.

VEIGA, M. DA; CABEDA, M.S.V. & REICHERT, J.M. 1993. Erodibilidade em entressulcos de solos do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas 17(1):121-128, 1993.

VIEIRA, M.J.; COGO, N.P. & CASSOL, E.A. 1978. Perdas por erosão em diferentes sistemas de preparo do solo para a cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merr.)

em condições de chuva simulada. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 2(3):209-214, 1978.

VIEIRA, S.R.; LOMBARDI NETO, F. & BURROWS, I.T. 1991. Mapeamento da chuva diária máxima provável para o Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 15(1):93-98, 1991.

VIEIRA, D.B.; LOMBARDI NETO, F. & SANTOS, R.P. dos. 1994. Análise das intensidades máximas de chuva em Pindorama (SP). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 18(2):255-260, 1994.

VILAR, O.M. 1989. Modelo matemático para a erosão dos solos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 13(3):381-385.

WAGNER, C.S. & MASSAMBANI, O. 1988. Análise da relação intensidade de chuva-energia cinética de Wischmeier & Smith e sua aplicabilidade à região de São Paulo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 12(3):197-203, 1988.

WISCHMEIER, W.H. 1959. A rainfall erosion index for a Universal Soil Loss Equation. *Soil Sci. Soc. of Amer. Proc.*, Madison, v.23, p. 246-249, 1959.

WISCHMEIER, W.H. & D.D. SMITH. 1958. Rainfall energy and its relationship to soil loss. *Transactions of the American Geophysical Union*, vol 39, nº2, pp. 285-291.

WISCHMEIER, W.D. & D.D. SMITH. 1978. *Predicting rainfall erosion losses; a guide to conservation planning*. Washington, USDA, 58 p. (Agricultural Handbook, 537).

## AGRADECIMENTOS

Aos colegas da área de pesquisa em erosão do solo, que colaboraram com algumas sugestões na elaboração desta palestra, especialmente a Celso de Castro Filho (IAPAR); Isabella Clerici De Maria (IAC); Jackson Adriano Albuquerque (UDESC) e José Ronaldo Coelho Silva (UFCE).

# CARACTERIZAÇÃO DO ESTÁGIO ATUAL DE MANEJO DOS SOLOS DOS PAMPAS E DA MATA ARAUCÁRIA

Telmo J.C. Amado<sup>1</sup> & João Mielniczuk<sup>2</sup>

## LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA

Os domínios da mata araucária e dos pampas ocupavam grande proporção dos solos da região Sul do Brasil. O domínio da araucária (*Araucaria angustifolia*) situava-se entre o paralelo 29°30' no RS (a partir de 400 m) até o paralelo 20° Sul em Minas Gerais. Presente no planeta, desde a última glaciação, a araucária já ocupou área equivalente a 200.000 km<sup>2</sup> no Brasil, predominando nos Estados do Paraná (80.000 km<sup>2</sup>), Santa Catarina (62.000 km<sup>2</sup>) e no Rio Grande do Sul (50.000 km<sup>2</sup>). Na Figura 1 são apresentadas as áreas de ocorrência da araucária e florestas semidecíduas adjacentes.



Paraná

---

<sup>1</sup> Universidade Federal de Santa Maria – UFSM Santa Maria/RS.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Porto Alegre/RS.



Santa Catarina



Rio Grande do Sul

Figura 1. Distribuição geográfica da araucária nos Estados do Sul do Brasil, anteriormente ao processo de devastação.



Os pampas ocupam uma vasta região plana a suavemente ondulada, coberta por pastagens, no Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai. Especificamente no Brasil, o Rio Grande do Sul possui uma área de 120.000 km<sup>2</sup> com campo natural no qual a principal atividade é a pecuária extensiva. Na Figura 2 observa-se o domínio dos pampas.

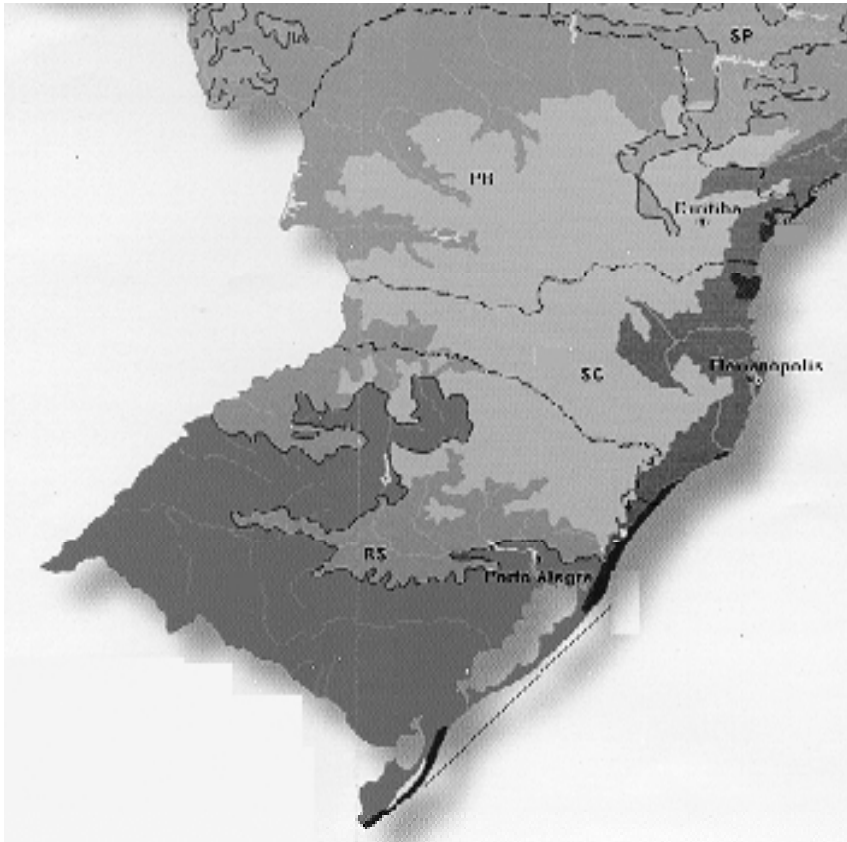


Figura 2. Distribuição geográfica dos pampas nos Estados do Sul do Brasil.

## EVOLUÇÃO DO USO DO SOLO NOS PAMPAS E MATA ARAUCÁRIA

A ocupação destas duas regiões ocorreu de forma distinta, com conseqüências marcantes sobre: a atual distribuição fundiária, a utilização do solo e o elemento humano que nelas habita.

Na época do descobrimento as duas regiões eram habitadas por povos nativos que, com a chegada dos portugueses e espanhóis, foram alvos da

ação dos bandeirantes vindos do centro do país em busca de escravos, e dos Jesuítas espanhóis que organizavam os nativos em reduções, com objetivos catequizadores (Brum, 1983). Segundo o mesmo autor, entre 1626 e 1636 os Jesuítas vindos do Paraguai fundaram 18 reduções primitivas nas regiões Centro e Oeste do atual território gaúcho. Estas reduções foram completamente destruídas nos anos seguintes pelos bandeirantes com captura ou morte de mais de 200.000 indígenas. Os sobreviventes e seus descendentes que haviam se refugiado nas reduções jesuíticas do lado Ocidental do Rio Uruguai, retornaram sob a liderança dos padres e fundaram os Sete Povos das Missões, pertencentes à Espanha, entre os anos de 1672 e 1707. As Missões entraram em declínio após a expulsão dos Jesuítas em 1756, em cumprimento ao tratado de Madri de 1750. Os portugueses assumiram o controle definitivo sobre o território das Missões somente em 1801.

O gado *vacum*, equino e muar foi introduzido pelos Jesuítas do Paraguai, em 1634, nas reduções primitivas, com a destruição destas, espalhou-se pelos Pampas e reproduziu-se, ocupando toda a região. Este gado, tornou-se atrativo econômico e sustento para os exércitos portugueses e espanhóis, durante as lutas territoriais que se estenderam desde a fundação da Colônia do Sacramento em 1680 pelos portugueses, em frente a Buenos Aires, até o reconhecimento da República Oriental do Uruguai e das fronteiras do Sul do Brasil em 1828 (Brum, 1983; Cesar, 1979).

O latifúndio pastoril ou estâncias de criação, que persistem até os dias atuais na região dos pampas, missões, planalto médio e campos de cima da serra, tiveram origem na distribuição de títulos de terra, as sesmarias com até 13.000 ha, com o fim de ocupação do território, pelas duas nações em litígio, Portugal e Espanha (Brum, 1983; Flores, 1998; Cesar, 1979).

O gado, inicialmente alçado, e posteriormente criado nas estâncias, foi por muito tempo a principal fonte de riqueza dos pampas, na forma de couro e cebo, contrabandeado ou exportado para a Europa, e charque ou gado em pé, levado para São Paulo e Minas Gerais (Cesar, 1979). Na trilha dos tropeiros surgiram muitas cidades, entre as quais se destacam Lages, em Santa Catarina, e Castro, no Paraná.

Os solos dos pampas vem sendo utilizados predominantemente com pecuária extensiva, atividade tradicional desta região, e com cultivo de arroz irrigado nas áreas de várzea. Esta região tem como uma de suas características a especialização da produção, este fato contribui para a fragilidade do modelo econômico adotado nos pampas.

A região da Mata Araucária e florestas semidecíduas adjacentes, sofreram um processo de ocupação bem distinto do anterior. Nesta região a madeira

era a principal riqueza extrativa que passou a ser explorada a partir do final do século passado, atingindo maior intensidade nas décadas de 50, 60 e 70. Assim como o pinheiro (*Araucária angustifolia*), que deu origem ao nome da região, outras madeiras de lei como o cedro, louro, angico, guajuvira, cabriúva, grapia, e muitas outras, foram quase totalmente devastadas. Embora vários pesquisadores e instituições tivessem alertado para o risco da devastação que estava em curso, isto não foi suficiente para deter o processo. No 2º Congresso Riograndense de Agronomia, em 1940, já havia o alerta sobre o grave problema de desmatamento e ausência de projetos de reflorestamento com araucária. Atualmente, estima-se que restam apenas 3% da área originalmente coberta com araucária. Inicialmente as áreas desmatadas foram cultivadas com trigo e pastagem, posteriormente seguiram-se cultivos de soja, milho, sorgo, feijão e hortaliças, entre outras.

A ocupação desta região para fins agrícolas iniciou com a chegada dos imigrantes alemães a partir de 1824, aos quais foram destinados lotes de terra nos vales dos rios afluentes do Guaíba. Em 1875 iniciou a vinda de imigrantes italianos, poloneses e de outras nacionalidades aos quais foram destinados lotes nas Encostas Inferior e Superior do Nordeste do estado. Os lotes, que até 1850 eram doados pelo governo, mediam inicialmente 77 ha e mais tarde 45 ha (Brum, 1983).

Com o esgotamento da fertilidade natural destes solos e o aumento populacional, os descendentes do imigrantes deslocaram-se para as novas áreas abertas para a colonização, no início deste século, na zona florestal do planalto médio, missões e vale do Uruguai, as chamadas Colônias Novas, em oposição as Colônias Velhas de seus ancestrais. Os lotes mediam 25 ha e eram pagos (Brum, 1983; Cesar, 1979). Como se verifica, o lote inicial por família já era pequeno, tornando-se ainda menor com as sucessivas subdivisões com o aumento populacional, o que deu origem ao atual minifúndio.

As Colônias Novas desenvolveram-se rapidamente as custas da fertilidade natural dos solos de mata, porém, logo entraram em declínio devido ao empobrecimento do solo, principalmente os latossolos que, com o esgotamento da matéria orgânica e nutrientes, tornaram-se ácidos e improdutivos. Nos anos 60 extensas áreas da zona colonial, outrora ocupadas por florestas (grande Santa Rosa, Ijuí, Erexim, etc.) estavam sendo abandonadas por serem improdutivas, e levas de agricultores imigravam para outros Estados. Em 1960, havia mais de 500.000 gaúchos nos Estados de Santa Catarina, Paraná, Mato Grosso e Goiás (Schilling, 1961).

Ao lado da região das Colônias Novas em declínio, iniciava a agricultura mecanizada com predominância do trigo e da soja nos solos sob campo, das

regiões do Planalto Médio e Missões. Esta agricultura apresentou grande expansão a partir dos anos 70, inclusive na zona colonial, com sérios problemas de conservação de solos, devido ao emprego das práticas inadequadas de manejo do solo em uso ao longo da história agrícola do Rio Grande do Sul.

## CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS DOMÍNIOS DOS PAMPAS E DA MATA ARAUCÁRIA

A região Sul tem destaque no cenário nacional pela produção primária, sendo responsável por 40% da produção nacional de soja, 45% da produção de milho, 93% da produção de trigo, 53% da produção de arroz e praticamente toda a produção de maçã, alho e aveia. Além disto, detêm 17% do rebanho bovino e significativa percentagem de aves, suínos e caprinos (IBGE, 1997).

O clima predominante nestes dois domínios vegetais é úmido sem estação seca definida. Na mata de araucária o clima predominante é o Cfb, temperado úmido com verão ameno. Nos pampas o clima predominante é o Cfa, subtropical úmido com verão quente. A temperatura média anual, na maior parte destes dois domínios, está na faixa de 14 a 22°C e a precipitação anual de 1.400 a 2.300 mm. A região Sul do Brasil é afetada pelas anomalias climáticas conhecidas como “La Niña” e “El Niño”. Nos anos de “La Niña” verifica-se um decréscimo do volume total precipitado anual e a concentração de 2 a 4 meses com precipitação muito inferior a normal. Com isto, verifica-se acentuado decréscimo no rendimento das culturas, especialmente as de verão. Por outro lado, o “El Niño” verifica-se o fenômeno oposto com precipitação acima do normal, favorecendo a obtenção de elevados rendimentos das culturas, porém potencializando as perdas de solo. Este fato pode ser observado na Tabela 1, onde apenas cinco eventos de precipitação durante o fenômeno “El Niño 97/98” foram responsáveis por perdas de solo superiores a 100 Mg ha<sup>-1</sup>.

Tabela 1. Perdas de solo e água, determinadas em Santa Maria, durante o fenômeno “El Niño” 97/98.

Eventos	Precipitação	EI30	Perda	
			Solo	Água
	mm	Mj mm ha <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup>	Mg ha <sup>-1</sup>	mm
5	565	4.370	103	280

Fonte: Pott et al., 1998.

Na região de domínio da mata araucária, Cogo et al. (1978), Castro Filho (1978) e Veiga (1992) determinaram que os meses de primavera e verão são os de maior erosividade e, portanto, de maior risco de erosão. Estas informações devem ser consideradas em um planejamento conservacionista.

Quanto a vegetação, a mata araucária não ocorria de forma isolada e sim associada com espécies nativas como camboatá, canela, bracatinga e erva-mate, entre outras. Já a vegetação existente nos pampas é composta pôr uma rica diversidade de gramíneas e leguminosas. A altitude média dos pampas é de 100 m, enquanto na mata araucária é de 400 m. Os principais solos na região da mata araucária são: Latossolo Bruno, Latossolo Vermelho aluminoférrico, Argissolos e Neossolos, entre outros. Na região dos pampas predominam Chernossolo, Neossolo, Argissolos e Planossolos.

## USO ATUAL DO SOLO

### PECUÁRIA EXTENSIVA NOS PAMPAS

O Rio Grande do Sul possui uma extensa área de solos sob campo natural, estimada em mais de 15 milhões de hectares. Estes solos estão sendo explorados com pecuária e arroz irrigado nas várzeas. A avaliação do desempenho da atividade pecuária, na maioria das propriedades, indica baixo índice de natalidade (45%), elevado índice de mortalidade (5%), elevada idade de abate (4 anos) e baixa lotação de animais (0,65 cabeças ha<sup>-1</sup>). O principal problema desta atividade é a baixa rentabilidade, uma vez que o ganho de peso líquido é de apenas 50 kg ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>. As principais opções de manejo para reverter este quadro são a melhoria do campo nativo através da introdução de espécies como azevém, aveia, trevos e cornichão associado a correção da acidez e adubação fosfatada. Outro aspecto importante é o manejo da pastagem respeitando épocas de diferimento e lotação de animais. Com estas práticas é possível até quadruplicar o ganho de peso de animais. Deve-se destacar que algumas propriedades na região dos pampas apresentam excelente nível de exploração pecuária, no entanto ainda são em reduzido número quando comparada ao total de estabelecimentos.

O sistema plantio direto tem sido utilizado com sucesso tanto para implantação de pastagens como para produção de grãos na região dos pampas. As principais vantagens do sistema nesta condições são: a preservação da estrutura e atributos físicos do solo desenvolvidas pôr longo período de tempo sob vegetação natural e a maior resistência ao pisoteio das pastagens recen-

temente implantadas. Aliado a isto, destaca-se a economia de combustível, tempo e mão de obra que são inerentes ao sistema. O efeito dos herbicidas dessecantes sobre a composição botânica do campo nativo é assunto que tem ainda necessita ser melhor avaliado.

## ARROZ IRRIGADO EM PLANOSSOLOS DOS PAMPAS

O Rio Grande do Sul é o maior produtor nacional de arroz, uma significativa proporção desta produção provém de solos situados no domínio dos pampas. A cultura do arroz apresenta uma média de produtividade, nos Estados do RS e SC, superior a  $5 \text{ t ha}^{-1}$ , enquanto a média no Brasil não ultrapassa  $3,3 \text{ t ha}^{-1}$ . Embora isto, esta atividade apresenta alguns problemas que necessitam ser equacionados, tais como: alto custo de produção, elevada especialização, grande infestação de arroz vermelho, compactação subsuperficial e contaminação ambiental. Entre as estratégias que estão sendo utilizadas destaca-se sistemas alternativos como: cultivo mínimo, pré-germinado, plantio direto e transplântio (Pauletto et al., 1998). A adoção do plantio direto na cultura do arroz irrigado no Rio Grande do Sul iniciou-se na década de 80, atualmente estima-se que 25% da área de cultivo com arroz se encontre com este sistema. Entre as principais vantagens destaca-se: melhor controle de plantas daninhas, semeadura em época mais adequada, melhor manejo de água e melhor relação custo/benefício (Pauletto et al., 1998).

Um dos aspectos que tem sido objeto de preocupação na lavoura orizícola é o seu impacto ambiental, com destaque as emissões de metano que tem elevado impacto sobre o chamado efeito estufa e a contaminação de recursos hídricos. Em recente pesquisa conduzida na UFSM, observou-se elevada concentração de nutrientes na água drenada da lavoura de arroz (Machado & Marchezan, 1999), conforme Figura 3.

## SOLOS DE TEXTURA SUPERFICIAL ARENOSA NA FRONTEIRA SUDOESTE DO RIO GRANDE DO SUL: UM CASO ESPECÍFICO

Os solos arenosos da região Sudoeste do Rio Grande do Sul ocupam uma área de  $15.000 \text{ km}^2$  e destacam-se pela ocorrência de núcleos de arenização nos quais verifica-se um elevado grau de afastamento das condições originais (Amado & Reinert, 1998). A partir da década 70, uma significativa área destes solos foi cultivado com sistema convencional, principalmente pelo baixo preço do arrendamento em relação a outras regiões do Estado (Souto, 1982). A ocorrência de elevada erosão hídrica e eólica associadas fez com

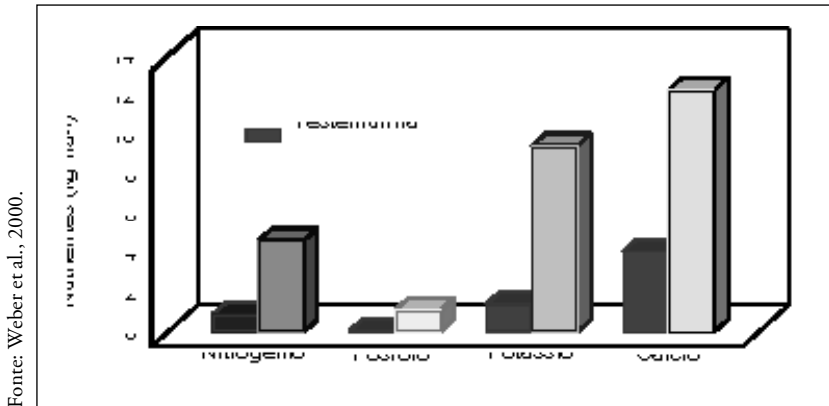


Figura 3. Concentração de nutrientes na água de irrigação drenada de lavoura de arroz.

que, transcorridos poucos anos, estes agricultores abandonassem estas áreas, destinando-as a pastagem. Atualmente, a área com cultivo agrícola nestas áreas é reduzida e os rendimentos médios inferiores ao restante do Estado (Barum, 1999). Portanto, um dos desafios de manejo para estes solos é o desenvolvimento de sistemas sustentáveis. Estes sistemas devem basear-se na mínima mobilização do solo e manutenção permanente da cobertura. O plantio direto pôr atender estes requisitos tem se mostrado promissor nesta região. Em algumas propriedades o sistema vem sendo utilizado com sucesso desde do início da década 90 (Revista Plantio Direto, 1997). O departamento de solos da UFSM vem conduzindo experimentos no município de São Francisco de Assis avaliando o sistema plantio direto. A demanda de cobertura do solo durante o inverno tem sido atendida com o plantio de aveia preta, neste caso, a adubação nitrogenada parcelada em cobertura tem se mostrado uma prática indispensável. Produções de matéria seca de aveia de até 6 t ha<sup>-1</sup> tem sido obtidas, com isto o processo de erosão é controlado.

A recuperação de áreas arenizadas também é objeto de experimentos nesta região. Entre as estratégias que estão sendo avaliadas destaca-se o reflorestamento com pinus e eucalipto e a utilização de culturas de cobertura nas entre-linhas das árvores. Este sistema permite o controle da erosão e a ciclagem de nutrientes, condições essenciais para reverter o processo. Amado & Reinert (1998) encontraram teores de argila inferior a 6%, reduzido teor de m.o., baixa saturação de bases e elevada saturação de alumínio no complexo de troca, conforme a Figura 4. Assim, para que as culturas de cobertura se estabeleçam há necessidade de primeiramente, neutralizar o

alumínio, e posteriormente suprir cálcio, magnésio, fósforo, potássio, enxofre e micronutrientes. Nestas condições os melhores resultados foram obtidos com parcelamento da adubação em até três vezes, visando reduzir a lixiviação. Entre os adubos verdes que apresentaram potencial de adaptação à estas condições destaca-se o centeio, aveia e nabo forrageiro.

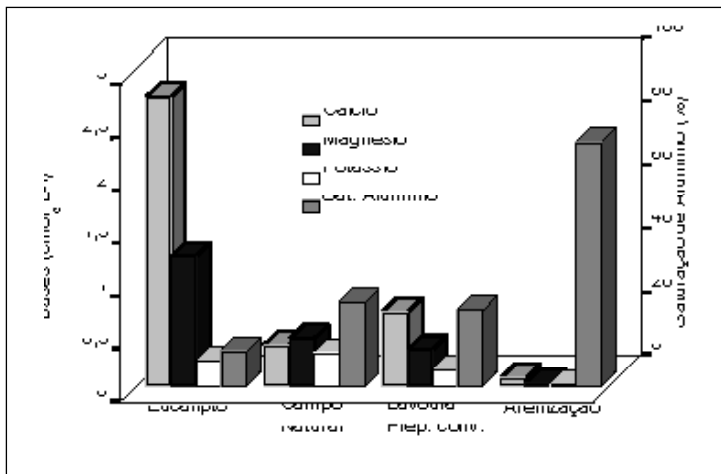


Figura 4. Concentração de bases e saturação de alumínio em diferentes sistemas de uso do solo na fronteira Sudoeste do Rio Grande do Sul.

## SOLOS SOB DOMÍNIO DA MATA ARAUCÁRIA

Os solos da mata araucária foram incorporados ao processo agrícola através de práticas como queimadas e intenso preparo do solo, tal sistema de manejo resultou, em um curto período de tempo, na degradação da qualidade da água, devido a elevada concentração de sedimentos, na degradação da qualidade do ar, pela emissão de gases, e na qualidade do solo, representada pelo decréscimo no teor de m.o.

Entre os vários indicadores de qualidade do solo destaca-se a dinâmica da m.o. pôr ser sensível ao manejo e pôr influenciar as principais funções desempenhadas pôr este recurso natural. As perdas de m.o. ocorrem principalmente pôr erosão e oxidação biológica, induzida pôr práticas como o preparo do solo e queimadas (Reicosky & Lindstrom, 1993). Um dos reflexos ambientais do decréscimo de m.o. dos solos da mata araucária foi a emissão



de uma grande quantidade de  $\text{CO}_2$  para atmosfera. Potker (1977) estimou que em apenas 15 anos houve um decréscimo de 50% do teor original de m.o. destes solos. Em clima temperado, para que tal decréscimo ocorra são necessários 40 a 50 anos. Este fato ilustra a intensidade dos processos erosivos e de decomposição sob condições sub-tropicais.

Várias instituições de pesquisa, universidades, extensão rural e associações de produtores se engajaram em projetos que visavam o desenvolvimento de um manejo de solo adaptado as condições do domínio da mata araucária. Inicialmente, as práticas de conservação do solo foram centradas em evitar a queima de resíduos culturais, especialmente de trigo, e no terraceamento. Posteriormente, houve uma redução na intensidade e frequência de preparo do solo, com utilização de implementos como o escarificador. Na década de 70, quase que simultaneamente no Paraná e no Rio Grande do Sul foi introduzido o sistema plantio direto como alternativa de controle da erosão. Durante a fase de validação muitas adaptações do sistema trazido dos Estados Unidos tiveram que ser feitas. Entre estas, destaca-se a necessidade de utilização de práticas como a rotação de culturas e culturas de cobertura capazes de proporcionar elevada adição de resíduos ao solo. Com isto, o sistema mostrou-se menos dependente de insumos externos a propriedade, economicamente viável, ambientalmente seguro e capaz de promover a melhoria da qualidade do solo. Atualmente estima-se que aproximadamente 70% do plantio direto existente no Brasil (13,4 milhões de ha), concentre-se na região Sul (Sá et al., 2000). Este sistema de manejo tem proporcionado, além do controle da erosão, uma melhoria da qualidade do solo. Na Figura 5 observa-se uma tendência de aumento da percentagem de solos com teores médios de m.o. e uma diminuição da percentagem de teores baixos, quando compara-se amostras de solo enviadas aos laboratórios do RS no final da década de 90 em relação ao final da década de 80.

Este aumento da m.o. que tem se verificado no solo representa uma importante contribuição a qualidade do ambiente pela retirada de significativa quantidade de dióxido de carbono da atmosfera. Vários trabalhos de pesquisa tem procurado quantificar o potencial de sequestro de carbono do sistema plantio direto adotado no Sul do Brasil, Bayer et al. (2000) encontrou um potencial de  $1,33 \text{ Mg C ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ . Na Figura 6 é apresentado uma estimativa do sequestro de  $\text{CO}_2$  do sistema milho/mucuna em plantio direto, que transcorridos oito anos de adoção apresentava teor de m.o. superior inclusive ao campo nativo. Sá et al. (2000) estima que o potencial de sequestro de carbono no Sul do Brasil alcança  $7,93 \text{ Tg ano}^{-1}$ .

Fonte: Rheinheimer, D.S. et al. 2000 - UFSCM.

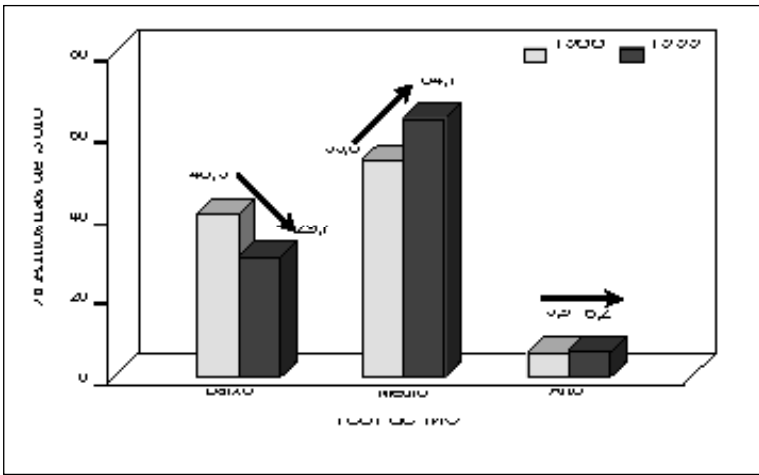


Figura 5. Evolução do teor de matéria orgânica dos solos analisados pelos laboratórios da ROLAS no Rio Grande do Sul em 1988 e 1999.



Figura 6. Emissão e sequestro de CO<sub>2</sub> em sistemas de manejo do solo em Santa Maria, RS.

O sistema plantio direto tem avançado rapidamente também nas pequenas propriedades do Sul do Brasil. Atualmente, existe um número grande de microempresas destinadas a adaptar e desenvolver equipamentos como: semeadeiras, pulverizadores, distribuidores de corretivos, rolo-faca e outros a tração animal. Este fato, tem contribuído para a difusão do sistema

na pequena propriedade, entre as vantagens relacionadas destaca-se a economia de mão-de-obra e do tempo para execução de atividades relacionadas a implantação das culturas.

## CONCLUSÃO

As condições de clima e solo predominantes nos domínios dos pampas e da mata araucária, aliada a experiência adquirida, permitem o desenvolvimento de sistemas de manejo que além de proporcionarem a melhoria da qualidade do solo podem também contribuir para a melhoria da qualidade ambiental.

## LITERATURA CONSULTADA

AMADO, T. J. C.; REINERT, D. J.; JÚNIOR, G. G.; PONTELLI, C. B.; ESPÍN-DOLA, M. C.; PEDRUZZI, C. Qualidade de solos derivados de areia quartzosas da fronteira sudoeste do RS: indicadores químicos. In: REUNIAO SUL-BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2., Santa Maria. 1998. Anais. Santa Maria, p. 275 –278.

BARUM, A. O. Estimativa do impacto macroeconômico do plantio direto na região de solos arenosos do Rio Grande do Sul. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, 1999. 119p. (Tese de Mestrado).

BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; AMADO, T.J.C.; MARTIN-NETO, L. & FERNANDES, S. V. Organic matter storage in a sandy clay loam Acrisol affected by tillage and cropping systems in southern Brazil. *Soil Till. Res.*, 54:101-109, 2000.

BRUM, A. J. Modernização da Agricultura no Planalto Gaúcho. Ijuí, FIDENE, 1979. 203p.

CASTRO FILHO, C.; MONDARDO, A.; BIGARELLA, L.P.; FARIAS, G.S.; VIEIRA, M..J., RUFINO, J.C.; HENKLAIN, R.; DERPSCH, R. D. & KEMPER, B. Erosividade das chuvas para alguns locais do Estado do Paraná, usando cálculos manuais e processamento eletrônico de dados. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 2. Anais. Passo Fundo, 1978. EMBRAPA, p. 167-174.

CESAR, G. Ocupação do Espaço. In: DACANAL, J.H. & GONZAGA, S., eds. RS: Economia & Política. Porto Alegre, Mercado Aberto, 1979. p.7-28. (Série Documento 2)

COGO, N.P. Uma contribuição à metodologia de estudo das perdas por erosão em condições de chuva natural, I. Sugestões gerais, medições de volume, amostragem

e quantificação do solo e água da enxurrada. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 2. Anais. Passo Fundo, EM-BRAPA, 1978. p.75-97.

FLORES, M. A Revolução Farroupilha. Porto Alegre, Editora da Universidade/UFRGS,. 3. ed., 1998. 87p.

PAULETTO, E.A.; SOUSA, R.O.; GOMES, A.S. Caracterização e manejo de solos de várzea cultivados com arroz irrigado. In: SILMAR, T.P.; NEDEL, J.L.; BARROS, A.C.S.A. Produção de arroz irrigado. Pelotas, Universidade Federal de Pelotas, 1998. 659p.

POTKER, D. Efeito do tipo de solo, tempo de cultivo e da calagem sobre a mineralização da matéria orgânica em solos do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1977. 128p. (Tese de Mestrado).

POTT, C.A.; AMADO, T.J.C.; ELTZ, F.L.F.; PROCHNOW, D.; BRUM, A.C.R. de. “El Niño” confirma eficiência do plantio direto no controle da erosão. Revista Plantio Direto, 46:24-28, 1998.

REICOSKY, D.C. & LINDSTROM, M.J. Fall tillage method: effect on short-term carbon dioxide flux from soil. Agron. J., 85:1237-1243, 1993.

REVISTA PLANTIO DIRETO- Sucesso do plantio direto nos arenitos sob sudoeste gaúcho. Revista Plantio Direto, 37:12-15,1997.

RHEINHEIMER D.S.; GATIBONI, L.C.; KAMINSKI, J.; ROBAINA, A.D.; BRUNETTO, G. & SAGGIN, A. Resultados de análises de solo no Estado do Rio Grande do Sul. Boletim Técnico 2. UFSM, 2000 (No prelo).

SÁ, J.C.M.; CERRI, C.C.; DICK, W.A. & LAL, R. Plantio direto: recupera a matéria orgânica do solo e reduz a emissão de CO<sub>2</sub> para a atmosfera. **Revista Plantio Direto**, 59:41-45,2000.

SCHILLING, P.R. Crise Econômica no Rio Grande do Sul, I – A Crise Agropecuária. Porto Alegre, Difusão de Cultura Técnica, 1961. 175p.

SOUTO, J.J.P. Deserto, uma ameaça? Estudos dos núcleos de desertificação na fronteira sudoeste do RS. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura, 1982. 172p.

VEIGA, M.; WILDNER, L.P. & BALDISSERA, I.T. Erosão e degradação de um LRd em diferentes graus de cobertura do solo, sob chuva natural. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 9. Resumos. Jaboticabal, UNESP, 1992. p. 51-52.

WEBER, L.; MARCHEZAN, E.; CARLESSO, R. & SEGABINAZZI, T. Qualidade da água de drenagem inicial de diferentes sistemas de cultivo de arroz irrigado. In: Fertbio 2000. Anais...CD-ROOM. 2000.

# USO DOS SOLOS NA MATA ARAUCÁRIA

Osmar Muzilli<sup>1</sup>

## RESUMO

Perante o histórico da ocupação regional e as diretrizes de desenvolvimento agroambiental sustentável, são realçadas as medidas orientadoras do manejo conservacionista do solo e água na região da Mata Araucária sul-brasileira, tomando-se o caso do Estado do Paraná como principal referência. Os progressos já alcançados, apontam para a factibilidade de políticas e ações conservacionistas em microbacias hidrográficas através do enfoque holístico e participativo, em bases compatíveis com a realidade agroecológica e socioeconômica dos sistemas de produção. O desenvolvimento tecnológico dos processos de uso e manejo do solo e água num contexto de visão sistêmica, é condição essencial para ampliar-se a independência tecnológica, racionalizar o uso dos recursos naturais e melhorar a qualidade de vida da população naquelas regiões.

## INTRODUÇÃO

A Mata Araucária representa uma zona fisiográfica típica da região sul-brasileira, que se estende desde o Centro-sul do Paraná até os planaltos de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, na qual predominam os tipos climáticos sub-tropical e temperado e os solos oriundos de basalto, de formações sedimentares ou de rochas metamórficas.

Dentre os principais problemas restritivos à sustentabilidade dos solos na região de Mata Araucária, destacam-se: *a acentuada suscetibilidade aos efeitos da erosão hídrica e eólica; a acidificação provocada pela contínua percolação de bases trocáveis e sua substituição por íons de H e Al no complexo coloidal através da infiltração das águas de chuvas; a baixa disponibilidade de alguns nutrientes, seja pela degradação da matéria orgânica, pelas perdas através da erosão ou pela retenção por processos químicos inerentes à própria natureza dos solos, como é o*

---

<sup>1</sup> Instituto Agrônomo do Paraná - IAPAR. Londrina/PR

*caso do fósforo*. Esses problemas se agravam quando os solos são submetidos a processos inadequados de mecanização, facilitadores da decomposição da matéria orgânica, da desagregação/selamento da camada superficial e da compactação das camadas subjacentes.

Nas três últimas décadas, a crescente conscientização acerca da importância do adequado manejo dos solos como premissa básica para o desenvolvimento da agricultura em bases sustentáveis, tem levado a substituição gradativa de processos mecânico-químicos por processos biológico-culturais de manejo do solo que resultam, dentre outros benefícios, em maior eficiência econômica dos sistemas de produção. Além de reduzir os gastos com energia e insumos, tal premissa tem possibilitado minimizar os impactos da degradação ambiental, particularmente aqueles decorrentes da erosão e poluição, que nem sempre são computados na avaliação da sustentabilidade dos processos de produção agrícola, pecuária ou florestal.

O presente depoimento tem como propósito realçar algumas diretrizes e linhas de ação fundamentadas no manejo sustentável dos solos agrícolas, capazes de incrementar a eficiência dos sistemas de produção na região de Mata Araucária sul-brasileira.

## EVOLUÇÃO DO MANEJO DO SOLO NA REGIÃO DE MATA ARAUCÁRIA

### OCUPAÇÃO DAS TERRAS NO PERÍODO DE COLONIZAÇÃO

Em diferentes fases da colonização regional, iniciada em meados do século XIX e que teve continuidade até o final dos anos 60 do presente século, o processo de ocupação das terras na região da Mata Araucária, caracterizou-se pela extração indiscriminada da vegetação natural (pinheiro, cedro, erva-mate) seguida do uso desordenado do solo, frutos do imediatismo econômico na expansão da fronteira agrícola sul-brasileira.

Nas áreas de encostas, a ocupação das terras se deu sobretudo em módulos de pequenas propriedades de agricultura familiar, geralmente dedicadas à suinocultura e pecuária leiteira combinadas com lavouras de subsistência. Ao lado da adoção de técnicas tradicionais sem a adequada reposição da fertilidade dos solos, a erosividade das chuvas, a declividade acentuada e a pedregosidade prevalentes em tais situações constituíram os principais agentes facilitadores da degradação das terras por processos erosivos decorrentes do uso agrícola.

Nas áreas de planície, onde os solos estão mais sujeitos a rápidas trans-

formações mineralógicas e à acentuada percolação de bases pela infiltração das águas das chuvas, a fertilidade se restringe à camada superficial cuja manutenção, sob condições naturais, é assegurada pela reciclagem contínua de nutrientes promovida pela vegetação florestal nativa. Uma vez eliminada a vegetação natural, essas áreas passaram a ser exploradas sobretudo para a produção de grãos (arroz, milho, trigo e soja), fundamentados no uso intensivo da mecanização e dos insumos químicos (corretivos, fertilizantes, pesticidas).

Em ambas as situações, face à interrupção do ciclo natural da vegetação nativa e ao uso indiscriminado da mecanização, os solos da região de Mata Araucária tiveram sua fertilidade exaurida e a capacidade produtiva diminuída, sobretudo por efeitos da erosão hídrica.

Esse modelo de agricultura mecanizada expandiu-se rapidamente na região sul-brasileira a partir de meados dos anos 60, perante a intensificação do uso de tecnologias promovidas pela política de modernização tecnológica amparada por linhas de crédito subsidiado.

## PROCESSOS REDUCIONISTAS DE MANEJO DO SOLO

A falta de conhecimentos locais levou, nos primeiros anos, à “importação” de soluções oriundas de países desenvolvidos do hemisfério Norte, pautadas na dominância de processos mecânico-químicos de manejo do solo. A mecanização através de tecnologias inadequadas constituiu um dos principais agentes indutores da erosão hídrica e da degradação das terras da região de Mata Araucária. Além das tecnologias inadequadas de uso e manejo do solo, essa fase de modernização caracterizou-se pelo uso indiscriminado de agroquímicos, em detrimento da qualidade ambiental e do bem-estar da população.

Sob os domínios da ótica reducionista, as diretrizes de conservação do solo e água orientaram o controle da erosão hídrica através de práticas mecânicas fundamentadas no terraceamento super-dimensionado (“murunduns”) que era praticado em propriedades e glebas isoladas. A recuperação e manejo da fertilidade do solo, incentivada através de programas governamentais de crédito para aquisição de calcário e adubos químicos, era dissociada das preocupações de natureza conservacionista.

Nesse contexto, práticas como a queima dos restos de culturas, preparo excessivo e superficial do solo e ausência de rotação de culturas, levaram à degradação física, química e biológica dos solos, onde os corretivos e fertilizantes aplicados eram perdidos pela erosão laminar ou sub-utilizados, perante as restrições edáficas ao desenvolvimento do sistema radicular das culturas.

Como efeitos colaterais, intensificaram-se os processos de assoreamento dos rios, a poluição dos cursos d'água e os riscos de inundações em terras baixas.

Nos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, no início dos anos 60 foram desencadeadas ações direcionadas ao manejo do solo através da *Operação Tatú* (Volkweiss e Klamt, 1965). Na década de 70, esses mesmos Estados iniciaram um programa de pesquisas para recuperação de propriedades físicas e perdas de solo em diferentes sistemas de manejo, que deu suporte tecnológico ao Programa Integrado de Uso e Conservação do solo (Wünche et al, 1980). No Estado do Paraná, a orientação para programas de manejo do solo começou a ser incentivada a partir de 1968, mediante esforços interinstitucionais catalizados pela CERENA - Comissão de Estudo dos Recursos Naturais do Estado do Paraná/Projeto de Recursos do Solo – que foram posteriormente ampliados e respaldados pelos avanços tecnológicos proporcionados pelo IAPAR - Instituto Agrônômico do Paraná.

No início dos anos 70 o governo paranaense lançou o Programa Integrado de Conservação de Solos (PROICS) com o objetivo de implantar práticas mecânicas em 2,3 milhões de ha de áreas agrícolas. Tomando as propriedades rurais como unidades individuais de trabalho, a estratégia operativa induzia a adoção de práticas através da restrição de crédito junto ao PROAGRO. Embora tenha despertado para a necessidade de adoção das práticas de terraceamento e plantio em nível, o limitado sucesso do PROICS em reduzir os níveis de erosão e suas conseqüências forçou à busca de outras alternativas de política conservacionista.

## RESGATE DO MANEJO BIOLÓGICO-CULTURAL

Com a crise do petróleo e o fim do “milagre econômico” brasileiro no início dos anos 80, o enfoque reducionista de manejo do solo passou a ser questionado perante o resgate de paradigmas fundamentados em processos de manejo biológico-cultural para incrementar a produtividade e melhorar a sustentabilidade dos sistemas de produção. Passaram a ser estimulados programas regionais de manejo integrado do solo e água que incluíam a diversificação de culturas em sistemas de rotação com a inclusão de espécies para cobertura do solo e adubação verde, os processos de preparo reduzido (cultivo mínimo, plantio direto) e a reciclagem da fertilidade por processos organo-biológicos (adubação verde) em complemento à fertilização química das terras sob uso intensivo.

Em 1984, o Governo do Paraná lançou o Programa de Manejo Integrado do Solo e Água (PMISA), cuja estratégia incluía práticas mecânicas,



correção de acidez, adubação verde e reflorestamento conservacionista. A estratégia fundamentava-se ainda na participação direta de produtores rurais nas decisões, através de associações comunitárias organizadas em municípios, que posteriormente evoluíram para o âmbito de microbacias hidrográficas.

Os avanços da pesquisa agropecuária regional permitiram direcionar o manejo conservacionista pelo combate às causas – *escassez de cobertura vegetal, desagregação superficial, redução da infiltração de água no perfil do solo* - e não apenas pela minimização dos efeitos da erosão hídrica - *escorrimento superficial das águas de chuvas (enxurradas)*.

As experiências vividas pela EMATER-Pr evidenciaram que os maiores entraves para implementar as medidas preconizadas ocorriam em comunidades onde havia relutância dos produtores em adotar as inovações tecnológicas, frente aos hábitos e processos rotineiros de trabalho. Os bons resultados obtidos pela participação comunitária despertaram o interesse político para tais programas. O controle da erosão em forma mais eficiente resgatou a credibilidade dos programas governamentais e do serviço estadual de extensão rural (Parchen e Bragagnollo, 1991).

Os problemas da erosão hídrica e degradação da fertilidade entretanto, continuaram a ser atacados de forma isolada e apenas no âmbito técnico, onde diagnósticos subjetivos não levavam em conta a dinâmica organizacional e os fatores agroecológicos e socioeconômicos que influenciavam a lógica dos produtores em aceitar ou rejeitar as inovações ofertadas. A premissa era de que a degradação das terras constituía problema a partir do uso econômico imediatista, sem levar em conta a capacidade de uso do solo segundo sua aptidão agrícola. Ainda prevalecia o conceito de adaptar-se o ambiente à tecnologia e não vice-versa.

## MANEJO DO SOLO E ÁGUA EM MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS

O relativo sucesso do PMISA no Paraná gerou, em 1988, o Programa de Desenvolvimento Rural do Paraná - PARANARURAL - e, dentro dele, o Subprograma Manejo e Conservação de Solos, fundamentado nas seguintes estratégias (Vieira, 1989):

Aumento da cobertura vegetal (viva ou morta) e preservação da matéria orgânica, para neutralizar os impactos das gotas de chuvas sobre a superfície e reduzir a desagregação do solo.

Aumento da infiltração de água no perfil do solo, para diminuir o escoamento superficial das enxurradas e melhorar a reserva de água para as culturas, com conseqüente redução dos prejuízos por déficits hídricos.

Controle do escoamento superficial através de sistemas de terraceamento de base larga ou meia-base (embutidos) e adequação de estradas e carregadores, para conter as perdas de solo pelo transporte de sedimentos e regular o regime hídrico das terras cultivadas.

Apontadas como a dimensão espacial mais adequada para melhorar a eficácia dos programas de manejo integrado do solo e água, as microbacias hidrográficas (MBH) passaram a constituir a unidade fisiográfica básica para se promover a integração de esforços e formular estratégias técnicas e políticas de uso e manejo sustentável do solo e água, em escala compatível com as limitantes edafoclimáticas locais e com os fatores socioeconômicos condicionantes do modo de organização das comunidades e da dinâmica dos sistemas de produção nessas unidades.

A concentração de ações em MBH veio facilitar os avanços dos programas de manejo e conservação do solo e água em bases mais compatíveis com a realidade local e regional. A consecução dessas ações em forma participativa refletiu benefícios não só em termos de conservação dos recursos naturais, como também na própria organização da atividade agropecuária e no bem-estar da população rural e urbana.

Orçado em US\$ 149 milhões (58% financiado pelo próprio estado do Paraná e 42% contratado pelo governo estadual junto ao Banco Mundial), em 1995 o Programa atingiu 2740 MBH com módulos de trabalho entre 2.000 e 3.000 ha, totalizando 6,8 milhões de ha (38% da área agrícola estadual). As bases tecnológicas e a capacitação dos agentes de assistência técnica e extensão rural, principalmente da EMATER-Pr, envolvidos na implantação do Programa, foram proporcionados pelo IAPAR (PARANÁ, 1989).

Os maiores níveis de adoção de tecnologias corresponderam à incorporação dos resíduos de colheita (supressão da prática de queima), plantio em nível, substituição dos “murunduns” por terraços de tipo base larga ou embutido, escarificação (preparo vertical) e correção da acidez. Em áreas com presença de produtores mais progressistas e capitalizados, destacou-se a expansão do sistema de plantio direto. Além do manejo/reforma de pastagens, a proteção de mananciais e o manejo integrado de pragas e de plantas invasoras. A adoção da prática de adubação verde variou entre regiões e esteve condicionada sobretudo pela disponibilidade de sementes e pelas oportunidades de retorno econômico proporcionado pela cultura do trigo.

O Paraná foi pioneiro na implementação de programas integrados de manejo do solo e água em larga escala, usando as microbacias hidrográficas como unidades de planejamento e execução. O maior trunfo foi a persistência dos técnicos - pesquisadores, agentes de ATER - e dos produtores

rurais organizados em associações e cooperativas, unidos por uma consciência comum sobre a necessidade e importância do manejo conservacionista. Essa persistência motivou lideranças, políticos e comunidades a apoiar e ampliar tais programas (Roloff, 1995).

As experiências já vividas no Estado do Paraná, apontam para a factibilidade do manejo sustentável do solo e água na região da Mata Araucária, através de estratégias técnicas capazes de otimizar o uso da terra, visando o aumento da produtividade e rentabilidade dos sistemas de produção e a melhoria da sustentabilidade agro-ambiental, mediante políticas e procedimentos apropriados às circunstâncias do público beneficiário e da sociedade em geral.

As características fisiográficas e a estrutura agrária prevalentes no Estado facilitaram a orientação de propostas técnicas através do planejamento participativo em microbacias hidrográficas, envolvendo a participação ativa dos usuários e clientes de P&D em todas as fases do processo.

Para o adequado planejamento de uso e manejo conservacionista do solo e recursos naturais no contexto das microbacias hidrográficas, faz-se necessário considerar os sistemas de produção predominantes - estrutura organizacional, dinâmica funcional - e suas variáveis socioeconômicas e ambientais. As seguintes diretrizes gerais podem ser apontadas como prioridades para o manejo do solo e água em microbacias hidrográficas, levando-se em conta o estoque tecnológico disponível e o seu ajustamento à realidade dos diferentes sistemas de produção:

Monitoramento e melhoria dos processos de uso e manejo das terras em relação à erosão e qualidade das águas, visando promover a produtividade em forma sustentável com a qualidade ambiental.

Aumento da eficiência de uso dos recursos naturais pela *caracterização e quantificação das relações solo-água-atmosfera-plantas-animais-homem*.

Preservação da qualidade das águas superficiais e subterrâneas, através de melhores sistemas de manejo do solo agrícola, incluindo o uso racional dos agroquímicos.

Desenvolvimento de alternativas que sejam sustentáveis perante a potencialidade do meio ambiente e economicamente viáveis perante a realidade socioeconômica dos sistemas de produção.

O manejo conservacionista do solo e água em microbacias hidrográficas abrange, portanto, um conjunto de práticas e processos de uso e cultivo que devem ser adequadamente combinados entre si para sustentar a capacidade produtiva e incrementar a eficiência econômica dos sistemas de produção a longo prazo. Esse conceito envolve a integração de processos de preparo, a fertilização e o uso diversificado das terras através de associações e/ou seqüência de plantas destinadas a proporcionar cobertura vegetal ao solo sob uso agrícola.

## ENFOQUE DE SISTEMAS NO MANEJO CONSERVACIONISTA EM MBH

O *enfoque de sistemas* foi adotado como estratégia metodológica para implementar as propostas de manejo integrado do solo e água em MBH. Nessa estratégia, a implantação das ações iniciava-se pela mobilização das comunidades, seguida de um diagnóstico rápido do sistema agrário para identificar restrições, aspirações e demandas prevaletentes em cada unidade de referência (MBH). Além de considerar os recursos agroecológicos, também levou-se em conta a existência de estratos típicos (grupos de interesse comum ou domínios de recomendação) de produtores rurais, segundo a forma como os mesmos combinam os processos tecnológicos perante os fatores de produção - terra, trabalho e capital - disponíveis na propriedade e no sistema agrário. Essas foram as bases dos planos de ação participativa, onde os produtores passaram a ser protagonistas ativos no processos de análise e decisão acerca das tecnologias e medidas conservacionistas preconizadas pelos técnicos coadjuvantes. Ao contrário do processo linear e tradicional de difusão de tecnologia no sentido pesquisa ® extensão rural ® produtores, essa estratégia privilegiou a tomada de decisões em forma participativa, para selecionar opções tecnológicas e definir políticas mais apropriadas à realidade dos sistemas de produção e à conjuntura prevaletente nos sistemas agrários. As ofertas tecnológicas disponíveis foram compatibilizadas com as demandas, em discussões e decisões conjuntas envolvendo os técnicos locais e os produtores beneficiários do programa. Em todo o processo, deve ser ressaltado o envolvimento das comissões municipais de conservação do solo e da comunidade política local, para o estabelecimento de prioridades internas à MBH, no âmbito local ou regional (Muzilli, 1988; 1996).

Sob a ótica sistêmica, o manejo sustentável dos solos agrícolas deverá pautar-se no desenvolvimento de tecnologias apropriadas à aptidão agrícola das terras, mediante processos e parâmetros adequados às condições agroecológicas e socioeconômicas prevaletentes nos diferentes sistemas agrários e sistemas de produção, incluindo:

Processos de uso e manejo, capazes de proteger o solo contra a ação erosiva das chuvas e a degradação acelerada da matéria orgânica, mediante a manutenção de cobertura vegetal (viva ou morta) nos períodos de maior intensidade pluviométrica.

*Aumento da infiltração e armazenamento das águas de chuvas e do enraizamento de plantas ao longo do perfil cultural, através de medidas melhoradoras de condições físicas (estruturação, agregação e eliminação de camadas compactadas).*

Processos de manejo biológico-cultural do solo, através do cultivo de plantas rústicas, com sistema radicular pivotante e de boa capacidade de penetração no solo.

Exploração de sistemas integrados produção, combinando plantas mais eficazes no uso da água e nutrientes com outras espécies capazes de reciclar nutrientes e preservar as propriedades edáficas.

Sistemas de produção que otimizem a reciclagem da matéria orgânica e a liberação dos nutrientes nela contidas, através de transformações por processos biológicos.

O *sistema de plantio direto*, praticado através de rotação diversificada de culturas e incluindo o uso de plantas de cobertura, é um processo de manejo que tem se destacado por melhorar a sustentabilidade dos sistemas de produção. Sem a excessiva movimentação do terreno, os restos vegetais que permanecem sobre a superfície absorvem o impacto das gotas de chuva e evitam o arrastamento de partículas do solo pela erosão. Menos compactado devido ao menor tráfego de máquinas, o solo sob plantio direto dispõe de melhor infiltração de água e aeração, favorecendo a penetração e a distribuição das raízes das plantas. Além de preservar a umidade do solo, o plantio direto proporciona melhor disponibilidade e aproveitamento dos nutrientes pelas culturas, com economia no uso de corretivos e adubos.

A combinação de atividades nas propriedades agrícolas, através da diversificação de culturas e da rotação entre lavouras e pastagens, além de auxiliar na conservação dos solos proporciona outros benefícios como o controle biológico-cultural de plantas invasoras, pragas e doenças, a melhor organização do trabalho, o melhor uso do capital investido e a diminuição de riscos por adversidades climáticas ou flutuação de preços. Tais combinações, no entanto, deverão ser flexíveis perante as variações de clima e solo, as oportunidades de mercado e os recursos - terra, trabalho, capital - disponíveis nos sistemas de produção.

Pelo fato desses componentes não atuarem de forma isolada, mas sim através de uma complexa interação de efeitos no espaço e no tempo, o manejo sustentável do solo exige a adoção de estratégias fundamentadas no enfoque sistêmico contemplando:

O desenvolvimento de tecnologias que sejam apropriadas às condições agroecológicas e socioeconômicas de diferentes sistemas agrários regionais.

A ação interdisciplinar pautada numa visão holística, considerando o conjunto de fatores que afetam o desempenho dos sistemas de produção como um todo.

A compatibilidade das ofertas tecnológicas com os recursos e meios que interferem na tomada de decisão dos produtores em aceitar ou rejeitar as inovações tecnológicas.

## CONCLUSÃO

A utilização da terra na região da Mata Araucária, assim como na região sul brasileira como um todo, caracterizou-se desde o início pela implantação de sistemas agrícolas imediatistas, decorrentes quase sempre de estímulos políticos e econômicos facilitadores da exploração cíclica e migratória dos recursos naturais. Nessa, situação, por muito tempo não houve a preocupação com o uso e manejo adequado do solo, capaz de garantir a melhoria e preservar a sustentabilidade dos sistemas de produção.

Perante restrições impostas por crises econômicas e face aos riscos decorrentes da adoção exclusiva de processos mecânico-químicos, a estratégia de manejo conservacionista do solo e água foi direcionada ao resgate das tecnologias de manejo biológico-cultural e ao combate às causas ao invés da simples supressão de efeitos da degradação ambiental.

O enfoque holístico aplicado ao manejo integrado do solo e água em microbacias hidrográficas é uma estratégia facilitadora da conscientização e dos avanços na adoção de tecnologias conservacionistas, em bases mais compatíveis com a realidade agroecológica e socioeconômica dos sistemas de produção na região da Mata Araucária sul-brasileira.

Os processos de preparo reduzido ou nenhum preparo - principalmente o plantio direto - combinados com rotações diversificadas de culturas, incluindo o uso de plantas de cobertura, assim como a integração agricultura-pecuária, são os que mais se aproximam dos sistemas ecológicos naturais. Daí ser desejável a sua expansão, para assegurar a sustentabilidade agrícola e pecuária regional. Ao permitir a recuperação de áreas agrícolas e pastagens degradadas e auxiliar na preservação de recursos para o futuro, o plantio direto se destaca como um modo de gestão mais ecológica dos solos, pela inclusão de biomassa renovável, somando os efeitos organo-biológicos com os econômicos. Sua adoção tem permitido explorar, a custos mais baixos, todo o potencial hídrico e fotossintético da região, além de conservar melhor os recursos naturais em benefício de uma agricultura sustentável.

## LITERATURA CONSULTADA

MUZILLI, O. A pesquisa em sistemas de produção - Um enfoque voltado para o desenvolvimento rural da pequena propriedade. *In*: Moniz, A.C. (coord.) A responsabilidade social da ciência do solo. Campinas, SBCS, 1988, p. 239-245.

MUZILLI, O. Plano integrado para o manejo e conservação do solo em microbacia hidrográfica-piloto. A experiência do Paraná na região do arenito Caiuá. *In*: Castro Fº, C.; Muzilli, O. (ed.) Manejo Integrado de Solos em Microbacias Hidrográficas. Congr. Bras. e Encontro Nac. de Pesquisa sobre Conservação do Solo, 8. 1990. Londrina, IAPAR, SBCS, 1996. p. 97-119.

PARANÁ, Secretaria da Agricultura e do Abastecimento - SEAB. Manual Técnico do Sub-Programa de Manejo e Conservação do Solo. Curitiba, 1989. 306 p.

PARCHEN, C.A.; Bragagnollo, N. Erosão e conservação de solos no Paraná. Curitiba, EMATER-Pr, 1991.

ROLOFF, G. A experiência paranaense no manejo de microbacias hidrográficas. *In*: Alvarez V., V.H.; Fontes, L.E.F.; Fontes, M.P.F. (ed.) O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado. Viçosa (MG): SBCS; UFV; DPS, 1996. p. 781-796.

VIEIRA, M.J. Embasamento técnico do Sub-programa de manejo e conservação do solo - PARANARURAL. PARANÁ/SEAB, Manual Técnico do Sub-programa de Manejo e Conservação do Solo. Curitiba, 1989. p. 12-40.

VOLKWEISS, S. J.; Klamt, E. Operação Tatú - Um programa de aumento da produtividade agrícola. *Lavoura Arrozeira*, 250:37-41, 1969.

WÜNCHE, W.A.; Denardin, J.E.; Mielniczuck, J.; Scopel, I.; Schneider, P.; Cassol, E.A. Projeto integrado de uso e conservação do solo - Um esforço conjunto para a conservação do solo no Rio Grande do Sul. *Trigo e Soja* 51:20-25, 1980.





# AVALIAÇÃO CRÍTICA DA HISTÓRIA DE USO DOS SOLOS NOS TABULEIROS COSTEIROS DO NORDESTE DO BRASIL

Lafayette Franco Sobral<sup>1</sup>, Walane M. Pereira de Mello Ivo<sup>1</sup>, José Henrique de Albuquerque Rangel<sup>1</sup> e Fernando Luis Dultra Cintra<sup>1</sup>

## RESUMO

Os Tabuleiros Costeiros são formações terciárias que ocorrem desde o Amapá até o Rio de Janeiro. São planícies com elevações de 30 a 200 metros acima do nível do mar embora os vales escarpados que ocorrem entre as referidas planícies também sejam incluídos no ecossistema dos Tabuleiros Costeiros. Limitam-se a oeste com morros do cristalino e a leste com a baixada litorânea.

Numa análise retrospectiva das ações desencadeadas na ecorregião constatou-se que uma das poucas tentativas de abordagem ampla, visando o seu desenvolvimento, foi feita pela SUDENE, no início da década de 1960, logo após a sua criação. Na ocasião, essa ecorregião era tida como um grande espaço subaproveitado, em função de limitações de ordem natural, principalmente relacionadas às características do solo. A proposta de intervenção nessa área se baseava na hipótese de que, o sucesso de seu aproveitamento, dependeria do conhecimento a ser adquirido sobre essas limitações e conseqüentemente do manejo adequado para superar tais obstáculos.

No final da década de 1960 foi feita uma avaliação das informações acumuladas até então, obtidas através de pesquisas e da experiência de produtores com relação ao uso agrícola dos solos dos tabuleiros e também para identificar a natureza dos problemas que restavam ser solucionados, oferecendo sugestões sobre futuras linhas de pesquisa. Como principais observações pode-se citar a influência do teor de argila nos horizontes superficiais e subsuperficiais na retenção de umidade, pois o curto período de armazenamento de água dos solos arenosos, levaria a baixas produtividades devido a déficit hídrico especialmente para culturas com sistema radicular pouco profundo. Ainda nesta década, vale salientar o trabalho de caracterização físico hídrica de um solo de tabuleiro da Estação Experimental de Itapirema, quando foi verificado o efeito de camadas adensadas na infiltração de água no solo.

---

<sup>1</sup> Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Tabuleiros Costeiros. Aracaju/SE.

A utilização dos solos dos tabuleiros costeiros tem sido limitada pela baixa produtividade das culturas, em função de vários fatores dentre os quais os mais importantes são: a) a presença de camadas coesas, onde a densidade global pode chegar até  $1,73 \text{ kg dm}^{-3}$ , e onde ocorre baixa macroporosidade, causada pela obstrução dos poros, em função do alto grau de dispersão de argila em água. A camada coesa além de prejudicar a dinâmica da água no perfil, favorecendo a perda de água por evaporação em função do seu acúmulo nas camadas superficiais, impede o aprofundamento radicular; b) Os baixos teores de matéria orgânica e o baixo suprimento natural de nutrientes e c) os longos períodos de déficit hídrico, causados pela má distribuição da pluviosidade, o que demanda a necessidade de irrigação (Cintra et al., 1997, Souza et al., 1997).

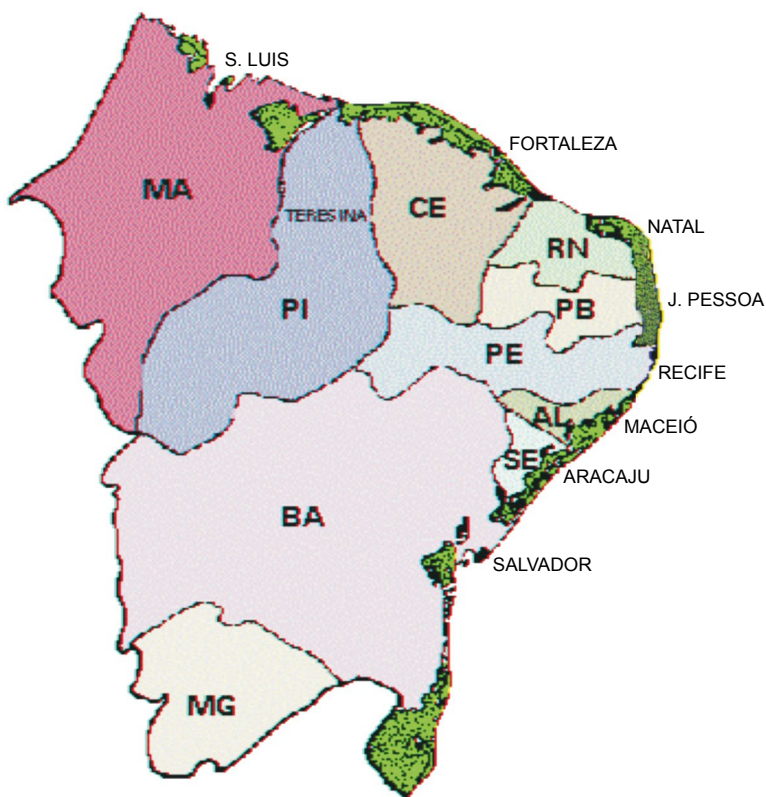
Neste trabalho foi realizada uma avaliação crítica da história de uso dos solos nos Tabuleiros Costeiros que ocorrem no Nordeste do Brasil em relação as culturas da cana de açúcar, citros e pastagens as quais estão entre as principais atividades desenvolvidas no referido ecossistema.

## TABULEIROS COSTEIROS DO NORDESTE – CARACTERIZAÇÃO

Os tabuleiros costeiros são formações terciárias, compreendendo amplas superfícies planas com elevações de 30 a 150 m acima do nível do mar, ou superfícies muito dissecadas pelos vales dos rios. No Nordeste do Brasil ocupam cerca de 8.420.000 hectares (Figura 1).

De acordo com o Zoneamento Agroecológico do Nordeste, dentro da unidade de Paisagem Tabuleiros Costeiros, podem ser encontradas 17 Unidades Geoambientais (Silva et al., 1993). Essa grande diversidade agora determinada, modifica o conceito inicial de que os tabuleiros seriam áreas uniformes, o qual baseava-se exclusivamente no relevo plano ou suavemente ondulado dos mesmos. Os solos predominantes são os Latossolos Amarelos, os Argissolos Amarelos, os Neossolos Quartzarênicos e os Espodosolos (Jacomine, 1996).

Nos tabuleiros costeiros existe uma grande variação climática. A precipitação anual varia de 500 a 1500 mm, a qual ocorre num período médio de seis meses. As temperaturas anuais médias estão em torno de  $26^{\circ}\text{C}$  e a temperatura média do mês mais frio é maior que  $15^{\circ}\text{C}$ .



**Figura 1.** Localização dos Tabuleiros Costeiros no Nordeste do Brasil (Silva et al., 1993).

Dentre as formações vegetais encontradas nos tabuleiros costeiros e baixada litorânea, destacam-se aquelas localizadas em associações de praias e dunas, as dos manguezais, as de restinga, as de mata atlântica e as de cerrado. A Mata Atlântica situa-se nos tabuleiros e é caracterizada por sua diversidade de espécies pertencentes a várias formas biológicas e estratos, a qual foi por muito tempo explorada para obtenção de madeira. Agora este tipo de vegetação somente pode ser encontrado em pontos localizados e mesmo assim, sob constante ameaça de degradação. A geração de tecnologias que possibilitem a recomposição da Mata Atlântica tem sido demandadas.

A utilização agrícola dos tabuleiros costeiros tem sido estudada há décadas. Sua importância estratégica para o Nordeste do Brasil é evidente, pois apesar de ocupar apenas 14% da área dos sete estados, concentra mais de 45% da população dos mesmos. A ecorregião dos tabuleiros costeiros

apresenta uma densidade demográfica de 123 hab/km<sup>2</sup> e é responsável por grande parte da produção agropecuária do Nordeste.

Do total de trabalhadores rurais empregados nos sete estados nordestinos de abrangência da Embrapa Tabuleiros Costeiros (Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará), em 1996, 18% estavam nos tabuleiros costeiros e na baixada litorânea. Apesar de ocupar uma estreita faixa do litoral nordestino ações em prol do seu desenvolvimento devem se dar, de um lado considerando as suas condições edafoclimáticas favoráveis para a agropecuária, de outro a ampla infra-estrutura já existente e também por abrigar uma parte do que resta da Mata Atlântica, ecossistema continuamente ameaçado de degradação.

Nos tabuleiros costeiros convivem concomitantemente o latifúndio e o minifúndio pois as propriedades maiores de 500 hectares correspondem a 1% do número total e ocupam 41% da área. Já as propriedades de até 50 hectares perfazem um total de 89% do número total, mas ocupam apenas 20% da área. A agricultura familiar é a mais importante base de produção e de ocupação da mão-de-obra rural da ecorregião. Cerca de 80% dos trabalhadores ocupados estão em propriedades com áreas inferiores a 50 hectares.

## LIMITAÇÕES DE USO DOS SOLOS DOS TABULEIROS COSTEIROS

Os solos predominantes dos Tabuleiros Costeiros apresentam alto grau de intemperismo e como resultado, baixos teores de minerais primários, além de uma forte deficiência de fósforo, a qual está também relacionada com o material original (Sobral, 1984; Jacomine, 1996). Baixos teores de matéria orgânica, baixa saturação por bases, aumento da saturação de alumínio e diminuição dos teores de cálcio e magnésio com a profundidade, são também características químicas importantes dos referidos solos.

Horizontes superficiais arenosos também limitam a utilização dos solos de tabuleiros em função da baixa retenção de umidade causando déficit hídricos ocasionais que influenciam a performance das culturas (Haynes, 1970). Além disso horizontes subsuperficiais coesos dificultam a infiltração da água com influência na dinâmica da água nos referidos solos (Oliveira & Melo, 1970; Cintra, et al., 1997; Souza, 1997).

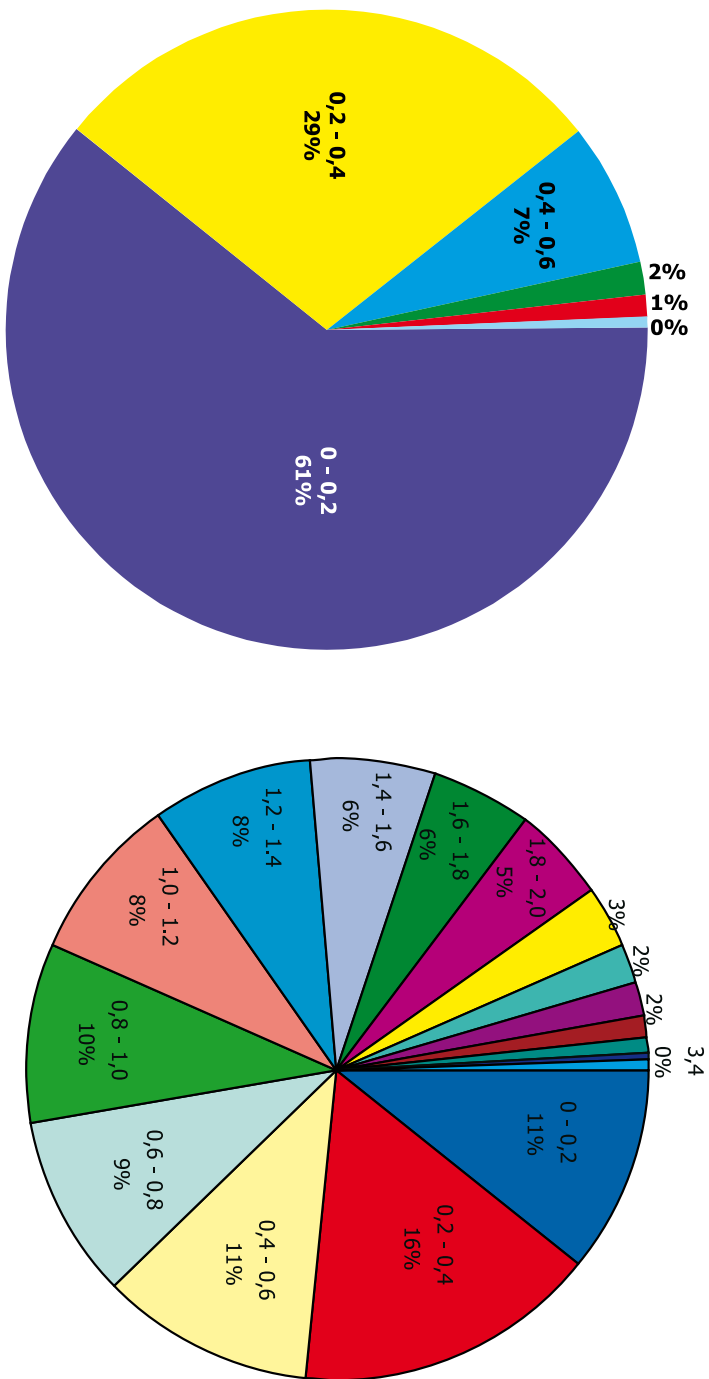
## AVALIAÇÃO CRÍTICA DA HISTÓRIA DE USO DOS SOLOS NOS TABULEIROS COSTEIROS COM CITROS

No início da década de 70 ocorreu uma grande expansão do plantio dos citros nos Tabuleiros Costeiros. Naquela época, já havia preocupação com a utilização dos Argissolos e Latossolos, principalmente em situações onde ocorriam restrições físicas devido aos horizontes adensados fragipans e duripans (Jacomine, 1996), além da presença de camadas adensadas mais tarde denominadas camadas coesas. A camada coesa dos solos dos tabuleiros costeiros, é definida como uma zona do perfil com maior densidade do solo em relação às demais camadas, apresenta consistência dura a extremamente dura, quando seca, tornando-se friável quando úmida e está localizada, geralmente, entre 20 e 80 cm de profundidade (Souza, 1997).

Estas características limitam o crescimento normal do sistema radicular por impedir sua maior extensão no sentido vertical e por dificultar a infiltração da água no perfil reduzindo a produtividade das plantas cítricas e, em muitos casos, também sua longevidade, pois os encharcamentos que ocorrem nos períodos chuvosos, facilitam a ação dos agentes causadores da podridão radicular - a conhecida gomose dos citros. Entretanto Cintra (1997) concluiu que apesar da camada coesa restringir o sistema radicular dos citros (Figura 2), a mesma poderá exercer, em algumas localidades e em circunstâncias especiais, ação benéfica no desempenho da cultura por atuar como barreira física às perdas de água, e por permitir a formação de uma zona de armazenamento de água a qual seria usada pelas plantas cítricas no início da estação seca.

Aliado aos fatores físicos já citados, a baixa fertilidade natural, em função dos baixos teores de matéria orgânica e de argila e a predominância da caulinita, na referida fração, a qual possui baixa capacidade de troca catiônica,  $< 100 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$  confere aos referidos solos características químicas desfavoráveis ao cultivo dos citros. Ao longo dos anos o que verificou-se foi a redução da longevidade dos pomares cítricos em função da superficialidade do sistema radicular (Figura 2) e em função da baixa fertilidade natural. Estes fatos tiveram influência direta na rentabilidade dos pomares e na estabilidade da atividade nos Tabuleiros Costeiros. Na época dos financiamentos rurais sem correção, os problemas relacionados a baixa fertilidade natural foram minimizados pois havia disponibilidade de crédito para aquisição de fertilizantes e corretivos com juros fixos. Porém em pomares implantados onde havia fortes restrições físicas ao crescimento radicular a baixa produtividade e a limitada longevidade dos pomares foram observadas, expondo com mais intensidade os problemas da utilização dos solos dos Tabuleiros Costeiros com os citros.

Figura 2. Distribuição em profundidade e lateral medida em metro, do sistema radicular de porra-enxertos de citros cultivados em solo de tabuleiro costeiro, Umbaúba, SE.



## **AVALIAÇÃO CRÍTICA DA HISTÓRIA DE USO DOS SOLOS NOS TABULEIROS COSTEIROS COM CANA-DE-AÇÚCAR. OS MOTIVOS DAS DIFERENÇAS DE PRODUTIVIDADE ENTRE O CENTRO-SUL E O NORDESTE**

Analisando-se os níveis de produtividade da cana-de-açúcar nos solos de tabuleiros costeiros do Nordeste e comparando-os com os índices das outras regiões do Brasil, devemos levar em conta os fatores que causam o diferencial de produtividade encontrado. Num exame mais geral, Lima (1997) coloca que as questões que se associam a este quadro diferenciado entre os dois centros produtores devem-se a fatores intrínsecos de cada região, como as melhores condições físicas encontradas no Centro-Sul (solos mais férteis e planos, maiores investimentos, principalmente privados, em tecnologia de cultivo, colheita e processamento industrial). Além disto, pesa, também, entre outros, o ambiente econômico mais estimulador de mudanças tecnológicas, com maior esforço de pesquisas que se traduzem na adaptação de variedades de cana mais produtivas e menores custos de produção. Some-se a isso o fato do crescimento do setor nas décadas de 70 e 80 ter ocorrido devido ao PROALCOOL, o que levou a ocupação no Nordeste de áreas pouco propícias ao crescimento da cana, as quais continuaram a ser utilizadas mesmo depois da desativação do programa e da retomada do crescimento da produção de açúcar em detrimento do álcool. Isso contribui para rebaixar os índices regionais de produtividade.

Essas áreas pouco propícias envolveram locais com solos de tabuleiros recortados, onde encostas com grande declividade foram utilizadas, e nas áreas planas, solos com a presença de duripan em seu perfil também não foram poupados. Atualmente, depois do mapeamento de solos, principalmente nas unidades produtoras de açúcar e álcool, as áreas menos produtivas começam a ser abandonadas e o uso de variedades mais adaptadas a certos tipos de solos também começam a ser melhores utilizadas dentro de cada área de plantio.

Outra observação importante diz respeito à elevada heterogeneidade de situações existentes nos Estados das regiões Norte e Nordeste. Ainda segundo Lima (1997), em termos mais gerais, deve-se lembrar que a produtividade agrícola nos Tabuleiros Costeiros do Estado de Alagoas é um tanto superior à dos demais. Estados. Enquanto Alagoas apresenta uma produtividade de cerca de 60 toneladas, em Pernambuco a produtividade gira em torno de 50 toneladas por hectare. Numa ótica mais específica vale observar que a situação de eficiência entre as várias empresas é também bastante diferenciada. Em meio a índices reprimidos, nas empresas mais bem geridas e com melhor

situação financeira, a produtividade agrícola nas canas próprias atinge, às vezes, índices semelhantes aos do Centro/Sul.

Na prática, o sistema de produção da cana-de-açúcar envolve elevado nível tecnológico e, como toda interferência em sistemas naturais em equilíbrio, problemas como a redução nos teores de matéria orgânica dos solos, compactação pelo uso de máquinas (Mello Ivo, 1999), diminuição da condutividade hidráulica e da infiltração de água no solo (Silva et al., 1998). Porém, numa visão mais específica, segundo levantamentos da Cooperativa Regional dos Produtores de Açúcar e Alcool de Alagoas, a variabilidade nos índices de produtividade em relação ao Centro-Sul está intimamente ligada à disponibilidade de água, sendo esta função, principalmente, dos índices de precipitação que oscilaram bastante nos últimos anos. Assim, esta situação faz com que uma das demandas prioritárias seja a melhoria da tecnologia para a irrigação da cana-de-açúcar e o aumento de infiltração e da conservação de água no solo. A materialização deste afirmação pode ser confirmada pela safra de cana-de-açúcar prevista para Alagoas nesta safra 2000/2001, que deverá ser de mais de 25 milhões de toneladas, com produtividade média, nas áreas de cana própria (usinas), em torno de 75 a 80 toneladas de cana por hectare. Este comportamento é resultado de um ano de elevado índice pluviométrico anual, sendo este muito bem distribuído no tempo, e da renovação e adubação dos canaviais.

## **AValiação Crítica da História de Uso dos Solos dos Tabuleiros Costeiros com Pastagem**

O componente de relevo, característico da ecorregião dos tabuleiros costeiros é constituído por extensos planaltos de altitudes moderadas, localizados no topo dos morros, alternados por vales abruptos. Em termos de relevo, esses planaltos possuem as características ideais para o desenvolvimento de uma pecuária baseada no uso de pastagens, pois permitem uma plena mecanização da atividade e reduzem as perdas de energia pelos animais em pastejo. Por outro lado, a baixa fertilidade natural e a deficiente retenção de água dos solos dos Tabuleiros Costeiros, associadas a uma distribuição sazonal das chuvas, são os principais fatores naturais condicionantes do desenvolvimento e produção sustentável das pastagens nesse ecossistema.

As pastagens são introduzidas logo após a derrubada da mata, em áreas virgens, com fertilidade natural ainda capaz de manter boas produções, ou em solos já trabalhados, sucedendo uma outra cultura, com aplicação de



corretivos e fertilizantes por ocasião da implantação. Nos primeiros anos, após o estabelecimento da pastagem, quando bem implantada, ocorre uma expressiva produtividade da mesma. Com o passar do tempo, no entanto, é comum se observar um declínio dessa produtividade. Essa queda de produção, associada ou não, a uma redução do valor nutritivo da forragem, mesmo em épocas de condições favoráveis de umidade no solo para o seu crescimento, são os primeiros sinais do processo degradativo da pastagem. Tal decréscimo na produção e qualidade da forragem estão, por sua vez, associados a diminuição da área de solo coberta com a forrageira e a redução do número de plantas novas, provenientes de ressemeadura natural ou propagação vegetativa. Esses sinais de degradação, no entanto, passam quase sempre despercebidos pelos pecuaristas ou, quando notados, são interpretados como uma deficiência produtiva da forrageira utilizada, levando-os com freqüência, a optarem pela implantação de uma nova área, ou mudança para outra forrageira menos exigente. Este ciclo iniciou-se com o *Digitaria decumbens* e o *Panicum maximum* os quais eram implantados quando o nível de fertilidade ainda era alto, e hoje encontra-se no estágio do *Brachiaria himidicola* que constitui-se em uma das forrageiras com maior eficiência de absorção de fósforo (Figura 3) (Martinez, 1980). Por outro lado, a inobservância do processo nas fases iniciais de degradação levam a um acentuamento do mesmo, ocorrendo ocupação dos espaços deixados pelas plantas forrageiras, por ervas daninhas de folhas largas e gramíneas nativas de baixo valor forrageiro, mas adaptadas as condições adversas. Em uma fase mais adiantada da degradação, a exposição do solo favorece um processo erosivo do mesmo, principalmente pela ação das chuvas. Essa situação se agrava em terrenos com declividade acentuada e solos arenosos, situação muito comum nos tabuleiros costeiros.

Fatores de manejo são normalmente as principais causas da degradação das pastagens dos tabuleiros costeiros. Superpastejo, deficiência de nutrientes, uso excessivo do fogo e espécie forrageira inadequada, são os mais freqüentes fatores de manejo que conduzem a degradação das pastagens. O superpastejo reduz o vigor das plantas e sua capacidade de rebrota, além de não permitir uma adequada produção de sementes. Em pastagens submetidas a superpastejo, não ocorrem sobras de forragem, ficando assim muito reduzida a quantidade de material vegetal que é depositada no solo. Esse material é de vital importância na reciclagem de nutrientes que são reaproveitados pelas plantas.

Nos tabuleiros costeiros, cujos solos possuem níveis naturais de fósforo bem abaixo dos necessários para o crescimento das forrageiras, este nutriente ocupa um papel até mais importante do que o nitrogênio, o qual, segundo Carvalho (1993), é o principal nutriente cuja deficiência no solo conduz a

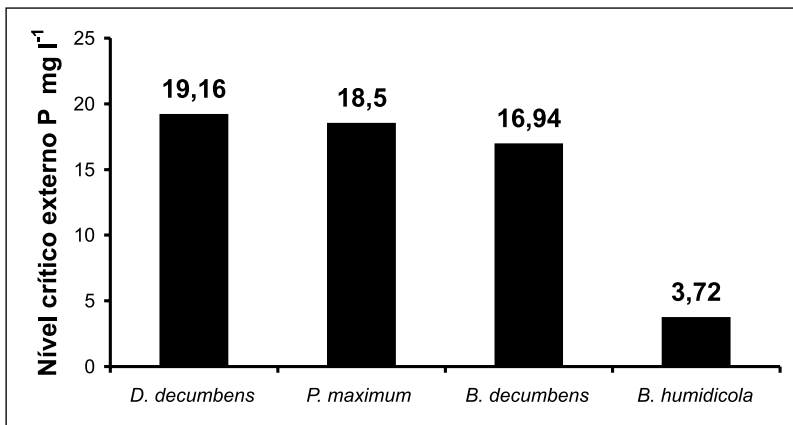


Figura 3. Níveis críticos externos de fósforo de quatro gramíneas forrageiras.

degradação das pastagens. Após determinado período de utilização da pastagem, o potássio o qual também é encontrado em níveis baixos nos solos dos tabuleiros, poderá tornar-se potencial causador de degradação das pastagens.

O conhecimento dos níveis de degradação nas pastagens nos tabuleiros costeiros do Nordeste são ainda bastante incipientes. Os trabalhos realizados objetivam, em sua maioria, a geração de tecnologias para a recuperação de pastagem degradadas e sustentabilidade das mesmas, mas não possuem como parâmetro de comparação, mensurações concretas do estado de degradação em que essas pastagens se encontram.

Práticas de manejo tem sido utilizadas para minimizar a degradação e aumentar a sustentabilidade das pastagens nos tabuleiros costeiros. A adubação com fósforo e a introdução de leguminosas forrageiras perenes, de porte arbóreo ou herbáceo, em sistemas silvipastoris, são exemplos das citadas práticas. Sobral et al. (1980), observaram que a aplicação de 100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, sob a forma de superfosfatos simples na implantação da pastagem, aumentou a produção de biomassa de *Brachiaria decumbens* em 63% e o teor de P (Mehlich 1) no solo. Os autores observaram também, que embora declinante, o teor de P no solo somente voltou ao nível original após quatro anos, significando dizer antes de decorrer este período a pastagem teria que ser fertilizada com P, para manter níveis de produtividade e sustentabilidade adequados (Figura 4).

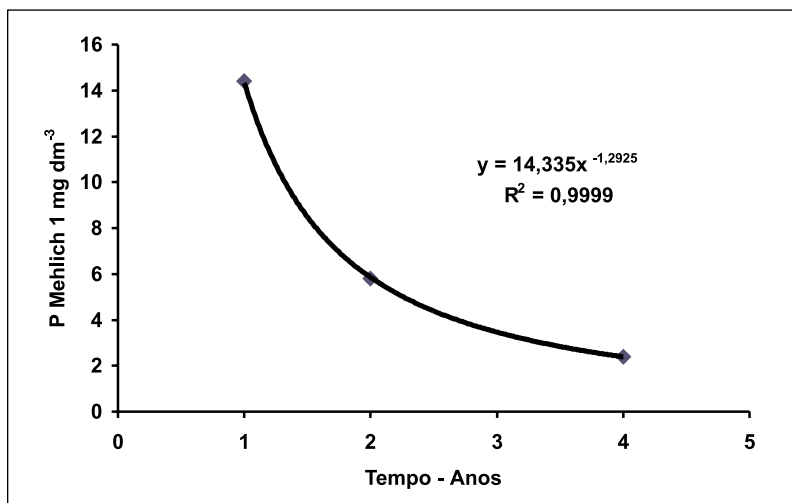


Figura 4. Diminuição do teor de fósforo no solo com o tempo de utilização da pastagem.

Gomes (1998), observaram que a introdução do guandu, *Cajanus cajan*s em faixas intercalares, em uma pastagem degradada de *Brachiaria decumbens* em um Argissolo fase arenosa, relevo ondulado, aumentou da capacidade de infiltração de água, reduziu o grau de compactação na camada de 0 a 40 cm de profundidade e a densidade global (Figura 5).

Rangel et al. (2000) observaram um melhor desempenho animal em *B. brizantha* em consorcio com *Gliricidia sepium* quando comparada a referida gramínea isolada (Figura 6).

Pereira et al. (1994), observaram que os consórcios da *Brachiaria humidicola* com as leguminosas *Desmodium ovalifolium*, *Arachis repens* e *Stylosanthes guyanensis* 184 propiciaram incrementos de até 30% no ganho de peso de novilhos em relação a braquiária isolada ou adubada com 150 kg N/ha (Quadro 1).

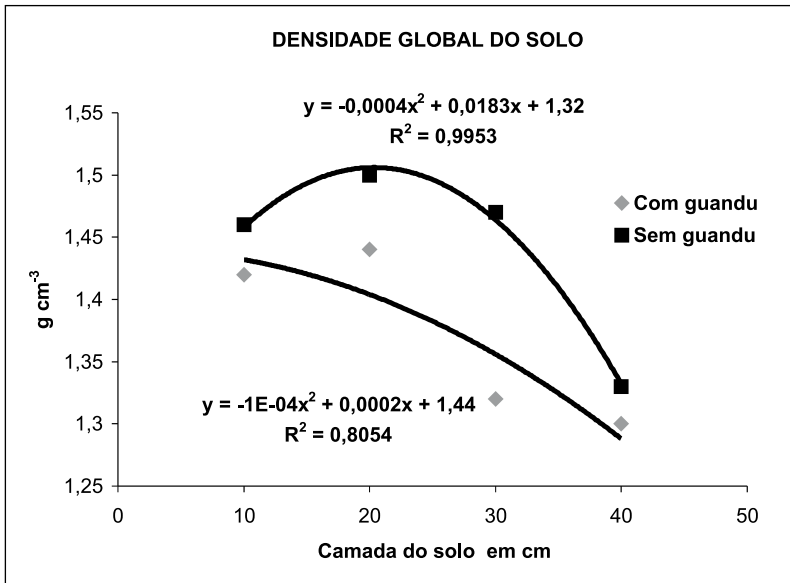


Figura 5. Efeito da implantação de faixas de guandu sobre a densidade global do solo.

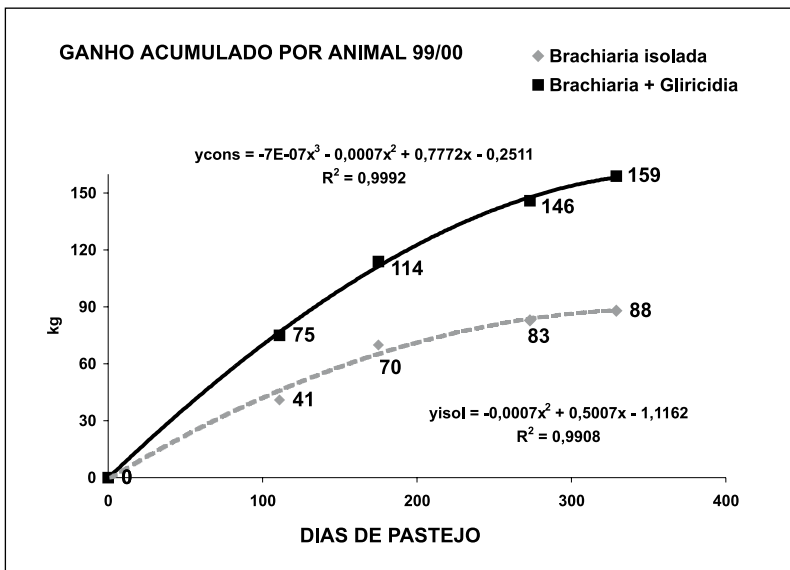


Figura 6. Desempenho animal em *B. brizantha* em consórcio com *Gliricidia sepium* e isolada em um Latossolo dos Tabuleiros Costeiros.

**Quadro 1.** Ganho de peso diário de novilhos em pastagens de brachiaria humidicola em monocultivo ou com algumas formas de suprimento de nitrogênio Tabuleiros costeiros do Sul da Bahia

PASTAGENS	GANHO DE PESO (G/NOV/DIA)
B. humidicola	370
B. humidicola + D. ovalifolium	409
B. humidicola + Arachis repens	484
B. humidicola + S. guianensis	446
B. humidicola + 150 kg N/há	354
B. humidicola + uréia no sal mineral	338

## LITERATURA CONSULTADA

CARVALHO, M.M. Recuperação de pastagens degradadas. Coronel Pacheco: EMBRAPA - CNPGL, 1993. 51p. (EMBRAPA-CNPGL. DOCUMENTOS, 55).

CINTRA, F.L.D. Disponibilidade de água no solo para porta-enxertos de citros em ecossistema de Tabuleiro Costeiro. Piracicaba, São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1997. 90p. (Tese de Doutorado).

CINTRA, F.L.D. Tabuleiros Costeiros do Nordeste do Brasil: uma análise dos efeitos do regime hídrico e da presença de camadas coesas nos solos. Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 22(2):77-80, 1997.

GOMES, H. de S. Utilização de guandú (*Cajanus cajan*, (L.) Mill) e adubação fosfatada na recuperação de pastagem de Brachiaria (*B. decumbens*) em tabuleiros costeiros da Bahia. Relatório de subprojeto, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE. 1998, 10p.

HAYNES, J. L. Uso agrícola dos tabuleiros costeiros do nordeste do Brasil. Um exame das pesquisas. Recife, SUDENE, 1970, 139 p.

JACOMINE, P.K.T. Distribuição geográfica, características e classificação dos solos coesos dos tabuleiros costeiros. In: Reunião técnica sobre solos coesos dos tabuleiros costeiros- pesquisa e desenvolvimento para os tabuleiros cos-

teiros.1996, Cruz das Almas, BA. Anais... Aracaju, SE:Embrapa Tabuleiros Costeiros.1996. 80p, p.13-26.

LIMA, J.P.R. O setor sucro-alcooleiro do nordeste: evolução recente e a reestruturação possível. In: Workshop sobre avaliação e manejo dos recursos naturais em área de exploração da cana-de-açúcar, 1997, Aracaju, SE. Palestras. Aracaju: EMBRAPA-CPATC, 1997. p.9-32.

MARTINEZ, E.P.M. Níveis críticos de fósforo em *Brachiaria decumbens*, (Stapf), *Prain*, *Brachiaria humidicola*, (Rendle) Schweickerdt, *Digitaria decumbens*, *Stent*, *Hypharrhenia rufa* (Ness) Stapf, *Melinis minutiflora* Pal de Beauv, *Panicum maximum*, Jacq e *Pennisetum purpureum* Schum. Piracicaba, São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1980, 90 p (Dissertação de Mestrado).

MELLO IVO, W.M.P. Biomassa e comprimento de raízes de cana-de-açúcar em solo de tabuleiro costeiro submetido a três métodos de preparo de solo. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 27., 1999, Brasília, DF. Ciência do solo e qualidade de vida - anais... Brasília, DF: RBCS, 1999.CD-ROM.

OLIVEIRA, L.B. & MELO, V. de. Caracterização físico-hídrica do solo. I. Unidade Itapirema. *Pesq. Agropec. Bras.* 5:35-48,1970.

PEREIRA, J.M.; NASCIMENTO JUNIOR, D. do, CANTARUTTI, R.B. & REGAZZI, A.J. Consumo e ganho de peso de bovinos em pastagens de capim *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick, em monocultivo ou consorciado com leguminosas, submetidas a diferentes taxas de lotação. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v.21, n.1, 1992.

RANGEL, J.H. de A; CARVALHO FILHO, O.M. & ALMEIDA, S.A. Experiências com o uso da *Gliricidia sepium* na alimentação animal no Nordeste brasileiro. Simpósio internacional sobre sistemas agroflorestais pecuários na América do Sul. CD Rom dos Anais... Juiz de Fora, MG, 18 a 20 de setembro de 2000.

SILVA, A.J.N.; RIBEIRO, M.R.; MERMUT, A.R. & BENKE, M.B. Influência do cultivo contínuo da cana-de-açúcar em Latossolos Amarelos Coesos do Estado de Alagoas: Propriedades micromorfológicas. *R. Bras. Ci. Solo*, 22: 515-525, 1998.

SILVA, F.B.R.; RICHÊ, G.R.; TONNEAU, J.P.; SOUZA NETO, N.C.; BRITO, L.T. de L.; CORREIA, R.C.; CAVALCANTI, A.C.; SILVA

F.H.B.B.; ARAUJO FILHO, J.C. LEITE, A.P. Zoneamento agroecológico do Nordeste: Diagnóstico do quadro natural e agrosocioeconômico. Petrolina/Recife, Embrapa Semi-Árido Embrapa Solos, 1993. 2v.

SOBRAL, L.F. Phosphorus availability as influenced by chemical and mineralogical properties of Sergipe State Soils. College Station Texas, USA, Texas A&M - University, 1984. (PhD Dissertation).

SOBRAL, L.F.; BARRETO, A.C.; ARAGÃO, W.M.; ALMEIDA S.A. Caracterização da curva de resposta a fósforo por gramíneas forrageiras. Aracaju, EMBRAPA, UEPAE, 1981. 4p. (EMBRAPA. UEPAE de Aracaju. Comunicado Técnico, 1).

SOUZA, L. da S. Aspectos sobre o uso e manejo dos solos coesos dos tabuleiros costeiros. Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 22(1): 34 -39, 1997.





# REFLEXÃO SOBRE AS LIMITAÇÕES GRÍCOLAS E O MANEJO DOS SOLOS COESOS DOS TABULEIROS COSTEIROS\*

Joelito de Oliveira Rezende<sup>1</sup>

## AGRADEÇO

Ao Dr. Pedro Barbosa de Deus, Excelentíssimo Secretário da Agricultura do Estado da Bahia (SEAGRI), pelo permanente incentivo e apoio ao estudo dos Tabuleiros Costeiros - financiando eventos científicos e projetos de pesquisas, inclusive a manutenção da Estação Experimental II da Escola de Agronomia da UFBA;

Aos Proprietários da Fazenda Lagoa do Coco (Rio Real, Bahia), Sr. Rokuro Shibata, Sra Kiyu Watanabe Shibata e Engenheiro Agrônomo Roberto Toyohiro Shibata (filho), pela salutar parceria - possibilitando a professores, pesquisadores e estudantes universitários o conforto de realizarem pesquisas com tranquilidade e segurança em sua propriedade agrícola, dispensando a todos carinhosa atenção;

Ao Professor Doutor Lucedino Paixão Ribeiro, do Instituto de Geociências da UFBA, e à Pesquisadora Antônia Fonseca de Jesus Magalhães, da Embrapa Mandioca e Fruticultura, pela revisão do texto e sugestões;

Ao Engenheiro Civil Joelito de Oliveira Rezende Junior que, apesar dos afazeres, se apresentou solidário para digitar o texto;

Aos professores Zilmar Ziller Marcos (ESALQ/USP), Paulo Leonel Libardi (ESALQ/USP), Paulo Tito Klinger Jacomine (UFRPE), Carlos Antônio Gamero (UNESP - Ciências Agrônômicas)... Enfim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, estimulando-me, orientando-me e apresentando-me valiosas sugestões.

## INTRODUÇÃO

Inúmeros trabalhos científicos mostram que há uma relação direta positiva e estreita entre o desenvolvimento do sistema radicular das plantas, o volume da copa e a produção de colheitas. Não obstante o desenvolvimento

---

\* Extraído de: Rezende, J. de O. Solos Coesos dos Tabuleiros Costeiros: Limitações Agrícolas e Manejo. Salvador: SEAGRI - SPA, 2000. 117 p. il. (Série Estudos Agrícolas, 1).

<sup>1</sup>Universidade Federal da Bahia - UFBA. Escola de Agronomia. Cruz das Almas/BA.

de o sistema radicular depender principalmente de fatores genéticos (Tinker, 1981), certas limitações do solo podem inibi-lo, reduzindo o volume do raizame e conseqüentemente o de solo explorado, afetando o crescimento e desenvolvimento da planta e a produção agrícola. Nesse particular, as causas mais comuns em solos brasileiros são: substrato rochoso a pouca profundidade; presença de plintita, petroplintita ou camada espessa de seixos; lençol freático elevado ou drenagem deficiente; camadas adensadas de origem antrópica (compactação) ou pedogenética (adensamento) e alumínio trocável em níveis tóxicos (Oliveira, 1991).

Os principais solos do ecossistema dos tabuleiros (Latossolos Amarelos e Podzólicos Amarelos) caracterizam-se como profundos, ácidos, álicos, com baixa capacidade de troca catiônica, pouca diferença morfológica entre os horizontes e presença freqüente de camadas coesas (Jacomine, 1996; Ribeiro 1998). As espécies vegetais, anuais e perenes cultivadas nesses solos, algumas vezes com irrigação suplementar, geralmente apresentam baixo vigor vegetativo, reduzida longevidade e baixas produções, comparativamente aos mesmos cultivos realizados em outras unidades de paisagem, devido, possivelmente a uma relação solo-planta fortemente influenciada pela baixa disponibilidade de nutrientes, acidez elevada e pela estrutura dominante dos horizontes coesos.

A presença dos horizontes coesos (duros) no perfil do solo afeta as relações entre drenagem, teor de água disponível, aeração, temperatura, penetração radicular e absorção de nutrientes, com reflexos negativos na produção agrícola (Rezende, 1997). Por outro lado, além desses problemas associados à coesão, a acidez ativa e trocável dos solos coesos dos tabuleiros aumenta ao longo do perfil (o pH varia de moderadamente ácido, na superfície, a fortemente ácido nas camadas subsuperficiais) constituindo também um inibidor químico do desenvolvimento radicular e da atividade microbiana.

Considerando-se a expressão geográfica dos solos coesos dos tabuleiros costeiros (aproximadamente dez milhões de hectares apenas no Nordeste brasileiro) e sua importância socioeconômica (é a base de sustentação agrícola dos estados e capitais da costa oriental do Brasil) deve-se dispensar a devida atenção ao uso, manejo e conservação dos mesmos. Fazendo parte do elenco de fatores responsáveis pelas baixas produções agrícolas no ecossistema dos tabuleiros, as técnicas de preparo do solo, correção da acidez, manejo da água e dos fertilizantes, por exemplo, devem ser melhor compreendidas e aplicadas.

No presente trabalho procurar-se-á explicar os mecanismos envolvidos nas principais limitações agrícolas dos solos coesos dos tabuleiros costeiros e apresentar sugestões para minorá-las ou neutralizá-las.

Optando-se por resguardar os textos originais dos autores citados, porém, sem desconsiderar o atual Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999), incluiu-se, no fim do trabalho, um anexo com as correlações entre as classes de solos citadas e suas atuais nomenclaturas.

## O ECOSISTEMA TABULEIROS COSTEIROS

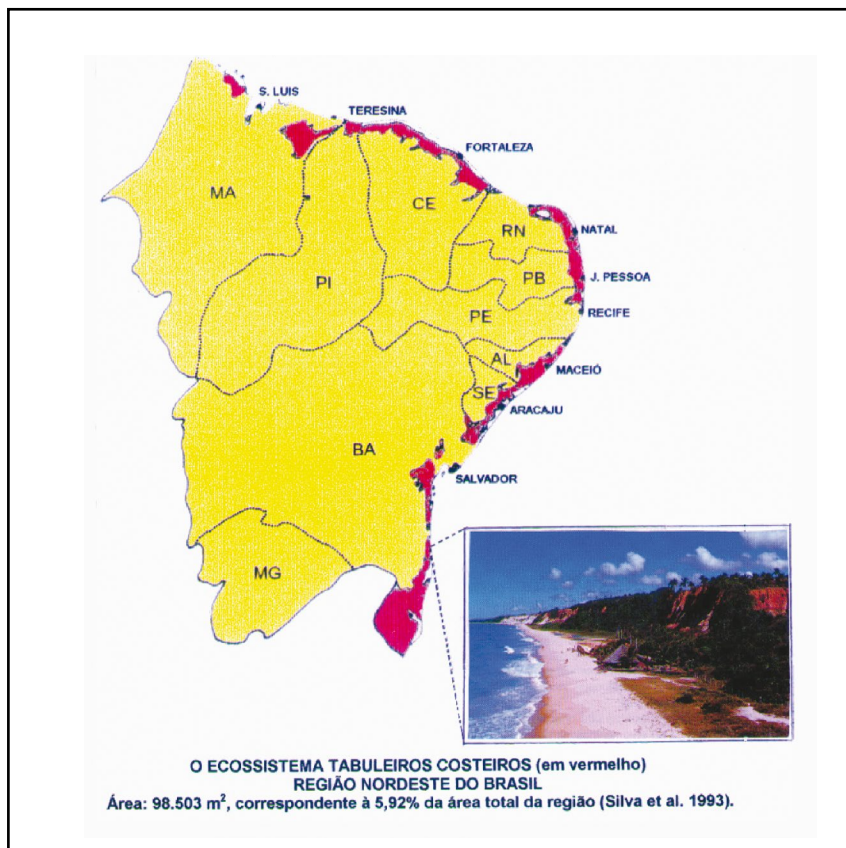
Esta terra Sñor me parece que da ponta q mais contª o sul vimos ataa outª ponta que contª o norte vem de que nos deste porto ouvemos vjsta./ sera tamanha que avera neela bem xx ou xxb legoas per costa./ traz ao lomgo do mar em alguas partes grandes bareiras delas vermelhas e delas bramcas e a terra per cima toda chaã e mujto chea de grandes arvoredos./ de pomta e pomta he toda praya parma mujto chaã e mujto fremosa (grifo nosso)./ pelo sartaão nos pareceo do mar mujto grande porque a estender olhos nõ podiamos veer se nõ terra e arvoredo que nos parecia muy longa terra coma os de la/ agoas sam mujtas jmfimdas (...) E em tal maneira he graciosa que querendoa aproveitar darsea neela tudo per bem das agoas que tem...

Trecho da Carta de Pero Vaz de Caminha  
ao Rei de Portugal, Dom Manuel,  
quando do Descobrimento do  
Brasil (Castro, 1996).

## DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E IMPORTÂNCIA SÓCIOECONÔMICA

Os tabuleiros distribuem-se por quase toda a faixa costeira do Brasil, desde o Estado do Amapá até o do Rio de Janeiro, estendendo-se até o vale do rio Paraíba do Sul, no Estado de São Paulo. Limitam-se, na parte ocidental, com morros do cristalino, e, na parte oriental, com a Baixada Litorânea. Ocupam, ainda, grande extensão de terras no médio e baixo vale do rio Amazonas e afluentes, nos Estados do Maranhão e Piauí e nas zonas semi-áridas de Pernambuco e Bahia, estendendo-se para o sul e para a região do médio Jequitinhonha, em Minas Gerais. Estima-se que, no Brasil, as áreas de tabuleiros abrangem extensão de 200.000 km<sup>2</sup> (20 milhões de hectare) (Jacomine, 1996).

A importância social e econômica desse ecossistema é justificada pelas grandes concentrações urbanas, pela diversidade de exploração agrícola - com grande potencial para a produção de alimentos -, pela ampla infra-estrutura de transporte rodoviário e terminais marítimos para escoamento da produção



**Figura 1** - Faixa dos tabuleiros costeiros (em vermelho) na região Nordeste do Brasil: Área total = 98.503 m<sup>2</sup>, correspondente a 5,92% da área total da região (Silva et al. 1993). No detalhe, observa-se, no primeiro plano, a Baixada Litorânea e, na elevação, os Tabuleiros Costeiros. Foto: Costa do Descobrimento/Lenininha/Arquivo Bahia Turca.

e por abrigar grande parte da mata atlântica ainda existente no país. Segundo dados constantes do Plano Diretor da EMBRAPA-CPATC, somente os tabuleiros costeiros dos estados nordestinos (Figura 1) contribuem com 26,4% e 38,2% do PIB gerado pelas culturas temporárias e permanentes, respectivamente. Apesar dessa importância e da existência de grande mercado potencial e demanda reprimida por produtos agrícolas, a atividade agropecuária tem sido, via de regra, inviabilizada, em virtude das baixas produções alcançadas e da alta relação custo/benefício proporcionada pelas culturas (Cintra et al., 1997).

## RELEVO

Os tabuleiros costeiros apresentam uma feição característica que é de uma topografia tabular dissecada por vales profundos de encostas com forte declividade. Algumas áreas possuem relevo suavemente ondulado, enquanto outras, onde houve forte dissecação, a topografia chega a ser ondulada ou até fortemente ondulada, com elevações de topos planos (chãs). Na faixa litorânea, desde o Amapá até o Rio de Janeiro, prevalecem altitudes de 20 a 220 metros. No vale do Paraíba do Sul, em São Paulo, os tabuleiros estão compreendidos em altitudes de 550 a 750 metros. Na região do Médio Jequitinhonha, as altitudes variam de 450 a 800 metros. Nos Sertões de Pernambuco, Bahia e Piauí predominam altitudes de 320 até 600 metros, em algumas chapadas (Jacomine, 1996).

Os processos de nivelamento que ocorreram em fins da era cenozóica resultaram, em parte, da redução de rochas cristalinas pela ação do intemperismo e erosão, e em parte, pela acumulação de produtos clásticos de erosão, ambos no mesmo nível topográfico. Em Pernambuco, a linguagem popular faz distinção, empiricamente, entre as planícies formadas por erosão - as chãs - que ocorrem a noroeste de Recife, e as planícies de acumulação - os tabuleiros - das chamadas barreiras, ao longo da costa norte do Estado. Estas duas maneiras de formação das planícies dos tabuleiros repetem-se ao longo da costa Nordeste, variando a composição dos sedimentos de acordo com a maneira pela qual a superfície da planície foi formada (Quintas, 1970).

## GEOLOGIA

O quadro geológico dos tabuleiros da zona costeira é caracterizado por sedimentos terciários que compõem o Plioceno superior do grupo das Barreiras, com uma elevação de 50 a 60 metros, aumentando mais um pouco em direção ao interior. Nos locais onde a planície dos tabuleiros se estende sobre superfícies planas composta de rochas cristalinas alteradas, apresenta uma capa de solo afetada pelas intempéries até uma profundidade de 10 a 15 metros.

O grupo das Barreiras é geologicamente caracterizado por depósitos clásticos de granulação fina e grosseira. É composto de argilas, siltitos, arenitos e conglomerados, ligeiramente consolidados, com uma coloração variando de rosa a vermelho púrpura. Sua espessura varia bastante, desde uma simples capa de revestimento até uma profundidade que pode alcançar 150 metros (Quintas, 1970).

Na região Amazônica, os solos são derivados de sedimentos similares aos da Formação Barreiras, que em determinados locais recebem denominações

diferentes, como Formação Alter do Chão. Noutras regiões, como no Médio Jequitinhonha, em Minas Gerais, os solos são provenientes de cobertura de material similar ao da Formação Barreiras sobre rochas cristalinas. No Sertão de Pernambuco e na Bahia, o material de origem dos solos está relacionado com cobertura de material sedimentar sobre o embasamento cristalino. Tanto os sedimentos da Formação Barreiras quanto as coberturas sobre rochas cristalinas são constituídos por materiais argilosos, argilo-arenosos ou arenosos, porém, sempre bastante meteorizados, tipicamente cauliniticos e pobres em ferro (Jacomine, 1996).

### CLIMA (JACOMINE, 1996).

Conforme a classificação de Koppen, foram constatados os seguintes tipos climáticos:

Af - Clima quente com mês mais frio com temperatura superior a 18°C. O mês menos chuvoso tem precipitação igual ou superior a 60 mm. Ocorre no sul da Bahia e em parte da Amazônia.

Am - Clima tropical chuvoso, de monção. Inverno seco com mês menos chuvoso acusando precipitações superiores a 60 mm. O mês mais frio tem média superior à 18°C. Ocorre no litoral do sul da Bahia e na Amazônia.

Ams' - Clima tropical chuvoso, de monção, com verão seco e menos de 60 mm no mês mais seco; precipitação pluviométrica média com total anual muito elevado devido às chuvas de monção. Ocorre no litoral oriental até a parte do norte da Bahia.

As' - Clima tropical chuvoso com verão seco. A estação chuvosa se adianta para o outono, antes do inverno. Ocorre no litoral do Nordeste, a partir do norte da Bahia.

Aw - Clima quente com temperatura do mês mais frio superior a 18°C. O verão é chuvoso e o inverno seco. Ocorre em diversas regiões, exceto no litoral do Nordeste ao norte de Salvador.

Cwa - Clima mesotérmico de inverno seco em que a temperatura média do mês mais frio é inferior a 18°C e a do mês mais quente ultrapassa a 22°C. Ocorre no Vale do Paraíba, em São Paulo.

Cwb - Clima mesotérmico de inverno seco em que a temperatura do mês mais quente não atinge 22°C. Ocorre no Vale do Paraíba, em São Paulo.

Bsh - Clima semi-árido muito quente. Temperatura média superior a 18°C para o mês mais frio. Ocorre nos Sertões de Pernambuco, Bahia e Piauí.

Pluviometria - As áreas são predominantemente úmidas, com precipitações pluviométricas médias anuais variando de 1.000 a 2.300 mm no Litoral;

de 1.500 a 3.000 mm na Amazônia; de 1.300 a 1.700 mm em São Paulo; de 900 a 1.000 mm na região do Médio Jequitinhonha, em Minas Gerais; e de 400 a 600 mm nos Sertões de Pernambuco, Bahia e Piauí.

Temperatura - A temperatura média anual está compreendida entre 23 e 24°C no litoral, entre 25 a 26°C na Amazônia e entre 24 e 26°C nos Sertões de Pernambuco e Bahia.

## VEGETAÇÃO

Predominam florestas perenifólia e subperenifólia na Amazônia e no litoral, onde também ocorre o cerrado em pequena proporção. Mais para o interior, ainda na faixa costeira, prevalecem as florestas tropicais subcaducifólia e caducifólia, as quais também ocorrem na região do Médio Jequitinhonha, em Minas Gerais. No Sertão de Pernambuco e da Bahia domina a caatinga hiperxerófila.

## CLASSIFICAÇÃO, EXPRESSÃO GEOGRÁFICA E CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS

Na Tabela 1 estão relacionados os principais solos da faixa dos tabuleiros costeiros do litoral oriental do Brasil e uma estimativa de suas respectivas áreas (expressão geográfica) (Jacomine, 1996). Na literatura, essa estimativa da expressão geográfica revela-se contraditória. Para Silva et al. (1993), tais solos ocupam uma área de 98.503 km<sup>2</sup> (aproximadamente dez milhões de hectares) apenas no Nordeste brasileiro, sem levar em conta as demais regiões de ocorrência:

Como se vê, em relação à área total, aproximadamente 67,5% são Latossolos Amarelos, 25,0% Podzólicos Amarelos, 6,7% Areias Quartzosas e 0,7% Podzóis e outros.

**Tabela 1** - Áreas de solos de tabuleiros costeiros do litoral oriental do Brasil (Jacomine, 1996).

Solos*	Extensão no litoral oriental (km <sup>2</sup> ) por Estado								Total Km <sup>2</sup>
	RN	PB	PE	AL	SE	BA	ES	RJ	
LA	2.010	-	1.071	3.153	559	25.510	9.580	1.437	43.320
PA	-	2.032	1.547	1.312	740	10.250	-	-	16.151
P	-	275	-	204	-	-	-	-	479
AQ	2.520	1.137	-	-	628	-	-	-	4.285
<b>Total</b>	<b>4.530</b>	<b>3.714</b>	<b>2.618</b>	<b>4.669</b>	<b>1.927</b>	<b>35.760</b>	<b>9.580</b>	<b>1.437</b>	<b>64.235</b>

\*LA = Latossolo Amarelo; PA = Podzólico Amarelo; P = Podzol; AQ = Areia Quartzosa.

## Latossolos amarelos<sup>2</sup>

Estes solos foram inicialmente estudados na Amazônia, sendo denominados de Kaolinitic Yellow Latossolos, daí a denominação de Latossolos Amarelos.

Conceito - Compreende solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B latossólico, baixos teores de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (na grande maioria  $< 7\%$ ) e coloração amarelada (bruno-amarelado a bruno forte) de matizes 7,5YR a 2,5Y, com valores 5 e cromas iguais ou superiores a 4, fração argila de natureza essencialmente caulinítica, com virtual ausência de atração magnética.

Características principais - São derivados de sedimentos areno-argilosos ou argiloso-arenosos do Grupo Barreira, Alter-do-Chão e congêneres referidos ao Terciário, ou de material de cobertura relacionado àqueles sedimentos. Apresentam como principais características um horizonte B latossólico espesso de cores centradas nos matizes 7,5 a 10YR e agregação normalmente fraca em blocos subangulares e angulares. Em pouquíssimos casos, há referência de cerosidade fraca nesse horizonte. Habitualmente, apresentam perfis de modesta diferenciação de horizontes.

A textura varia de franco-arenosa até muito argilosa, com valores extremos de 15 a 93% de argila, tendo sido este registrado em perfis do município de Santarém. A presença de plintita e de concreções ferruginosas tem sido constatada na parte superior de alguns perfis.

Os Latossolos Amarelos típicos apresentam-se coesos, duros ou muito duros quando secos, principalmente no AB e BA, ou mesmo no topo do Bw, dos solos argilosos ou muito argilosos.

São normalmente álicos ou distróficos e, portanto, muito pobres quimicamente, com teores algo maiores de bases concentrados apenas na superfície, devido à reciclagem de nutrientes. Porém, ao longo dos perfis, seus valores são baixos, com decréscimo grande nos horizontes abaixo do B, onde são raros índices superiores a 0,5  $\text{cmol}_c/\text{kg}$  de solo.

O alumínio trocável pode atingir valores relativamente elevados: valores de 2,0  $\text{cmol}_c/\text{kg}$  de solo ou um pouco maiores são comuns.

Habitualmente são solos de elevada acidez, sendo comuns valores de pH em água próximos a 4,0. O teor de carbono no horizonte superficial, mesmo nos solos argilosos sob mata, raramente se eleva acima de 1,5% sendo comum índices ao redor de 1%.

<sup>2</sup> As informações sobre as características dos solos em consideração foram transcritas de Oliveira et al. (1992), substituindo-se o termo estrutura por agregado (ou agregação, conforme o caso).



Uma característica típica desses solos é o valor Ki particularmente elevado para o conjunto dos latossolos, sendo comuns índices de 1,7 e 2,0. Esse fato relaciona-se a mineralização da fração argila, com muito pequena quantidade de óxidos de ferro e de alumínio, e constituída essencialmente por caulinita.

Significado agrônômico - São solos que ocorrem normalmente em relevo plano e suave ondulado e, com menos freqüência, ondulado. São profundos, permeabilidade algo restrita e infiltração um tanto lenta, devidas, sobretudo, ao adensamento que exista no horizonte AB e BA. As variedades de textura mais argilosas têm certa tendência à “cerramento” superficial, condicionando, por ação dos aguaceiros típicos dos regimes equatoriais e tropicais, erodibilidade dos solos desmatados para lavouras ou pastagens, tanto mais acentuada quando mais desnudos ficarem os solos.

Apresentam importante limitação decorrente da baixíssima fertilidade, representada inclusive por reação muito ácida, comumente alta saturação por alumínio e valores muito baixos de soma e saturação por bases. Além disso, muitas vezes apresentam deficiência de micronutrientes.

As condições de relevo plano e suave ondulado, sobretudo quando os solos são de textura média, favorecem a utilização agrícola, desde que sejam corrigidas suas limitações.

Os solos de textura muito argilosa apresentam algumas limitações quanto aos aspectos físicos, sobretudo em decorrência da sua forte coesão quando secos.

Na Amazônia, são cultivados principalmente com seringueira, dendê, pimenta-do-reino, guaraná, pastagens, fruticultura regional, mandioca e outras culturas de subsistência.

Na zona úmida costeira do Nordeste, destacam-se a cana-de-açúcar, pastagens, culturas de subsistência, café e fruticultura. No Espírito Santo, sobressai o reflorestamento com eucalipto, além de pastagens e cultura de cana-de-açúcar, merecendo destaque essas últimas no Estado do Rio de Janeiro.

Áreas de Ocorrência - Na Região Norte, ocupam grandes extensões no Baixo Amazonas e têm importante distribuição nas zonas úmidas costeiras do Nordeste, do Sul da Bahia, do Norte do Espírito Santo e do Norte do Rio de Janeiro.

## **Podzólicos amarelos**

De reconhecimento relativamente recente, a conceituação dessa classe de solos é ainda de natureza preliminar e advém de considerações manifestadas em assembléia pedológica promovida pelo Serviço Nacional de Levantamento

e Conservação de Solos - EMBRAPA e Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Passaram a ser reconhecidos a partir de meados da década de 80 e até então os solos dessa classe vieram sendo indevidamente atribuídos à classe dos Podzólicos Vermelho-Amarelos.

Conceito - Classe formada por solos minerais não hidromórficos, abruptos ou não, com horizonte B textural de coloração amarelada, centrada no matiz 10YR com valor de 5 e croma usualmente de 6 a 8, argila de atividade baixa e teores de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  bastante baixos (<7%).

Características principais - São solos profundos, têm seqüência de horizonte A-E (pode faltar) -Bt- (ou Btx)<sup>3</sup> - C, e são derivados de sedimentos referidos aos Grupos Barreiras e congêneres, ou coberturas correlatas a esses sedimentos terciários. A diferenciação de horizonte nos perfis é um tanto variável, em função do tipo de horizonte A e grandeza do aumento de argila para o Bt, tornando-se mais destacada a diferenciação com a presença de horizonte E conjugado com mudança textural abrupta e, ainda mais, quando o A seja proeminente.

Sua característica mais importante é a presença de um horizonte B textural tendo mais tipicamente cor bruno-amarelada de notação Munsell 7,5YR 10YR 5/6 a 5/8. Há registro de solos com cor algo avermelhada - 5YR 5/8. Nesse caso, é possível que o material de origem tenha sido considerado como auxiliar no diagnóstico, pois essa é cor comum entre os Podzólicos Vermelho-Amarelos

O horizonte A usualmente é moderado, possuindo textura média ou menos arenosa, enquanto o B é de textura média ou argilosa, com agregação subangular fraca e de consistência friável ou firme. A aparente ausência de cerosidade a agregação fraca, consistência friável, quando úmido, e as transições difusas entre os subhorizontes do B, conferem a este virtual equivalência ao B latossólico, não fora a diferença textural de A para B. De fato, na suposição da inexistência de aumento de argila, facultando condição diagnóstica para reconhecimento de um Bt ter-se-ia simplesmente um Bw inerente aos Latossolos Amarelos.

Os Podzólicos Amarelos podem ser abruptos ou não e os registrados até o presente são tipicamente álicos ou distróficos. Os teores absolutos de Al trocável não são, contudo, elevados, dificilmente ultrapassando 1,0 cmol<sub>c</sub>/kg de solo nos 50 cm superiores dos perfis, sendo usual o aumento em profundidade. Alguns solos dessa classe apresentam fragipã na parte inferior ou na

<sup>3</sup> Btx - a letra t associada ao símbolo do horizonte B indica acumulação de minerais de argila e a letra x indica existência de fragipã.

base do horizonte B e outros apresentam horizonte plúntico caracterizado-os como intermediários com Plintossolos.

Da mesma forma que os Latossolos Amarelos, cujos atributos químicos e mineralógicos são virtualmente compartilhados pelos Podzólicos Amarelos, são baixos tanto de óxidos de ferro e de alumínio como a relação molecular  $Al_2O_3/Fe_2O_3$  e a CTC da fração argila depois de corrigida a contribuição do carbono, é baixa (<13 cmol<sub>c</sub>/kg de solo).

Significado agrônômico - As condições físicas dos Podzólicos Amarelos não oferecem maiores limitações, exceto os coesos (exceção acrescentada ao texto original). A granulometria permite boa retenção de umidade e boa permeabilidade interna e as condições para o enraizamento das culturas são também favoráveis, além de o relevo, onde ocorrem, ser pouco movimentado, favorecendo a mecanização no uso das terras.

Mais do que a erodibilidade motivada pelo contraste textural nos horizontes superiores e pelas condições declividade, a principal restrição prende-se à fertilidade, representada pelos baixos teores de bases trocáveis e pela desfavorável saturação por alumínio (acrescente-se a limitação imposta pelas camadas coesas ao crescimento radicular, dificultando, inclusive, a aeração do solo - observação nossa). São solos mormente álicos; no entanto, a CTC é consideravelmente baixa e os teores de alumínio trocável geralmente não são altos, tornando possível a elevação do pH e aumento da saturação por base nos níveis desejáveis com aplicação de doses relativamente baixas de calcário e fertilizantes.

São utilizados intensivamente mais com cana-de-açúcar e pastagens e em menor escala por cultivos de mandioca, abacaxi, coco-da-bahia, e citros, registrando-se mais recentemente reflorestamento com eucalipto.

Área de ocorrência - Distribuem-se em coexistência com os Latossolos Amarelos, principalmente nos tabuleiros da zona úmida costeira do litoral oriental do Nordeste, Sul da Bahia, Espírito Santo e Rio de Janeiro, sendo sua existência relacionada aos sedimentos do Grupo Barreiras, ocupando preferencialmente os aplainados do topo dos tabuleiros.

### **Areias quartzosas**

Constitui classe de solos reconhecida desde o início da década de sessenta, para formar grupo particularizado de solos, em separado dos Regossolos, desmembrando da originária conceituação destes os solos de constituição areno-quartzosa, virtualmente destituídos de minerais primários pouco resistentes ao intemperismo.

Conceito - Esta classe compreende solos minerais casualmente orgânicos na superfície, hidromórficos ou não, geralmente profundos, essencialmente quartzosos, com textura areia ou areia franca ao longo de pelo menos uma profundidade de 2 metros da superfície. Abrangem as areias quartzosas não-hidromórficas do interior, portadoras de cores amarelas, vermelhas, de gamas intermediárias ou menos freqüentemente até mesmo de coloração bem desbotada.

As frações areia grossa a areia fina desses solos são constituídas essencialmente de quartzo, sendo, por conseguinte, virtualmente ausentes os minerais primários facilmente intemperizáveis.

Características principais - Nesses solos, os perfis são de extrema simplicidade, limitando-se a diferenciação à expressão de um horizonte A formado em materiais sumamente arenosos, de constituição virtualmente quartzosa. Por vezes, mostram aparência rudimentar do que pode ser tido como um quase horizonte B incipiente.

As areias presentes são variavelmente mais grossas ou mais finas, compondo texturas das classes areia ou areia franca; assim é que o máximo de argila vai a 15% quando se tenha zero de silte e o máximo deste vai a 30% quando se tenha zero de argila.

São solos que podem apresentar variavelmente horizonte A moderado ou fraco, raramente proeminente, ou turfoso, sendo estes mais freqüentes nas areias quartzosas hidromórficas. Ao horizonte A segue-se um horizonte C solto ou muito friável, pouco diferenciado, que pode ser amarelado, alaranjado, avermelhado ou de coloração desbotada.

Devido à constituição essencialmente quartzosa, esses solos são pobres em nutrientes para as plantas, tanto macro como micronutrientes, além de não disporem de reservas nutricionais que possam ser liberadas gradativamente. As Areias Quartzosas são normalmente álicas ou distróficas.

Ainda como conseqüência da textura arenosa, apresentam baixa capacidade de retenção de cátions, raramente atingindo, mesmo na camada superficial, mais rica em matéria orgânica, índices superiores a 2  $\text{cmol}_c/\text{kg}$  de solo. Os valores, nas camadas imediatamente abaixo do horizonte superficial, diminuem expressivamente, atingindo menos de 0,5  $\text{cmol}_c/\text{kg}$  de solo.

As variedades bem drenadas desses solos são usualmente álicas ou distróficas. No sertão de Pernambuco foi constatada ocorrência de areia quartzosa eutrófica com fragipã tendo a soma de bases entre 2,9 a 3,7  $\text{cmol}_c/\text{kg}$  de solo acima do fragipã.

As areias quartzosas hidromórficas, apesar de apresentarem lençol freático elevado durante grande parte do ano e, portanto, drenagem imperfeita ou

má, não chega a apresentar horizonte glei, pois a coloração de suas camadas não adquire as tonalidades cinzentas azuladas requeridas por aquele horizonte, em decorrência dos baixos teores de argila e não se verifica relevante ganho em croma com a secagem após mais de meia hora. São solos álicos, distróficos ou sódicos. O horizonte A é o moderado ou proeminente, com ocasional ocorrência de horizonte A turfoso, tornando o solo de constituição superficialmente orgânica.

Havendo tendência de manifestação de um horizonte B incipiente, então, dependendo da natureza da seção do horizonte C que se segue ao A; esses solos podem ser intermediários com latossolos: Areia Quartzosa latossólica; com os Podzólicos; Areia Quartzosa podzólica; com Plintossolos; Areia Quartzosa plíntica; e com Podzols: Areia Quartzosa espódica.

Significado agrônômico - Devido à grande quantidade de areia, esses solos, especialmente aqueles cuja areia grossa predomina sobre a fina, apresentam séria limitação com respeito à capacidade de armazenagem de água disponível. As areias quartzosas hidromórficas, apesar da permeabilidade muito grande, apresentam limitações pela restrição de drenagem, devido à presença de lençol freático elevado durante grande parte do ano.

Suas sérias limitações restringem o uso com agricultura, prestando-se mais ao reflorestamento; contudo, nos últimos anos, extensas áreas de areias quartzosas estão sendo ocupadas por culturas de cana-de-açúcar, cajueiros e coqueiros.

Áreas de ocorrência - Na parte continental são encontradas extensas áreas de areias quartzosas relacionadas com os depósitos arenosos de cobertura, a exemplo do norte da Bahia e do Maranhão, no Piauí e em Pernambuco.

## Podzol

A conceituação dessa classe provém da antiga classificação americana de solos. Compreende solos minerais hidromórficos ou não, com horizonte B espódico precedido de horizonte E álico ou, raramente, em seqüência ao A.

Quando se apresenta sob condições de hidromorfismo, tem sido considerado como Podzol Hidromórfico; caso contrário, recebem apenas a denominação de Podzol.

Características principais - São solos em geral profundos, que possuem seqüência de horizonte A-E-Bh<sup>45</sup>-C, podendo ou não apresentar horizonte Bs ou Bhs entre o Bh e o C. Desses, o horizonte E é geralmente o de maior presença, havendo casos de espessura da ordem de 3 metros, mas que constituem variedades fora do comum, conhecidas como podzol gigante.

Solos com ausência de horizonte E ainda com horizonte B espódico pouco desenvolvido, foram identificados no litoral fluminense, paulista, paranaense e catarinense, sob a denominação Areia Quartzosa Marinha Intermediária com Podzol, no primeiro caso, e de Parapodzol, nos outros.

Os horizontes apresentam acentuadas disparidades de cor, sendo, por isso, facilmente distinguíveis no campo. Ao horizonte A, de cor cinzento-escura ou preta, segue-se, por via de regra, o E esbranquiçado (horizonte alábico), que, por sua vez, é normalmente seguido pela seção escura ou enegrecida - horizonte Bh. O horizonte Bs, quando existente, apresenta-se como seção de colorido ferruginoso abaixo do Bh. A diferenciação de horizontes no perfil é usualmente das mais evidentes.

Em poucos casos, foram registrados solos sem o horizonte Bh, seguindo-se então abaixo do E, diretamente, um horizonte, Bs. Em outros casos, têm sido assinalados solos que logo abaixo do horizonte B apresentam um fragipã - horizonte Cx.

É comum o horizonte B apresentar, na base, cimentação por colóides orgânicos e óxidos de ferro, o que pode formar uma camada extremamente dura, compacta e pouco permeável - horizonte Bsm ou Bhsm - recebendo a denominação de "ortstein".

Solos da classe Podzol, identificados no Brasil, apresentam usualmente textura arenosa ao longo do perfil. Raras são as citações de outras classes texturais. Em geral, a consistência dos horizontes A, E ou B é solta, tanto no estado seco como úmido e não-plástica e não-pegajosa quando molhada; a agregação fracamente desenvolvida ou mesmo ausente, apresentando-se o material como grãos simples, podendo o Bh ser maciço moderadamente a bem coeso e o Bhs e mormente o Bs podem chegar a ser cimentados, ou seja, horizonte Bhsm ou Bsm.

Quimicamente, são solos ácidos, paupérrimos. A soma de bases trocáveis raramente atinge, mesmo na camada superficial, índices superiores a 1,0 cmol<sub>c</sub>/kg de solo, decrescendo bastante nas seguintes. A pobreza em micronutrientes é também acentuada.

A capacidade de retenção de cátions está condicionada praticamente à matéria orgânica, pois a fração argila, que em geral não ultrapassa a 10%, é constituída por minerais de baixa atividade. Fazem exceção à regra alguns

---

<sup>4</sup> As letras h, m e s associadas ao símbolo do horizonte (B) representam: h, acumulação eluvial de matéria orgânica, ou desta em associação com complexos organossesquióxidos amorfos; m, empregado para designar cimentação pedogenética irreversível, contínua ou quase contínua em seções cimentadas em mais de 90%, embora possa apresentar fendas ou cavidades; s, indica acumulação eluvial de óxidos de ferro e alumínio com matéria orgânica

podzóis do Recôncavo Baiano e do Pará e solos identificados tentativamente na Folha de Piracicaba como pertencentes à classe em apreço. Esses solos arenosos, derivados de arenito arcossiano, apresentam fração argila constituída por minerais de elevada atividade e a fração areia por significativa quantidade de minerais facilmente intemperizáveis, que constituem importante fonte de fornecimento de cálcio e potássio ao solo e às plantas.

Os solos dessa classe são, quase sempre, álicos ou distróficos, sendo muito raros os eutróficos. Alguns são húmicos, outros húmico-férricos e mais raramente, férricos, ou seja, com acumulação no horizonte B, respectivamente de matéria orgânica, matéria orgânica e ferro ou, predominantemente, ferro. Alguns apresentam fragipã ou duripã. Os tipos de horizonte superficial são o A moderado ou A proeminente. A ocorrência de A fraco não é comum e resulta da perda de matéria orgânica do horizonte superficial, em decorrência do uso.

Significado agrônômico - A quase totalidade desses solos no Brasil é de textura arenosa e de extrema pobreza, sendo, portanto, as limitações inerentes a solos com essas características, ou seja, baixa fixação de fósforo e de nutrientes, lixiviação acentuada dos nitratos, elevada permeabilidade, ressecamento rápido, alta taxa de decomposição da matéria orgânica e virtual ausência de reservas em nutrientes, exceção, é claro, à modalidade de podzol identificada na Folha de Piracicaba.

Quando hidromórficos, além das limitações expostas, têm problemas de drenagem. Nesse caso, praticamente não são usados para agricultura, sendo a maior parte de suas áreas cobertas com vegetação natural.

Quando não hidromórficas ou quando as condições de hidromorfismo se manifestam a profundidade normalmente maior que 80cm, tais solos, na região Nordeste, sobre tabuleiros costeiros, são cultivados com cana-de-açúcar e coco graças ao uso intensivo de adubação.

Pequenas parcelas com culturas de subsistência também são constatadas, virtualmente restritas à mandioca e batata-doce. Ademais, pode ser citado o extrativismo com piaçava no litoral da Bahia.

O “ortstein”, quando pouco profundo, pode representar sério impedimento à penetração das raízes e à drenagem interna. A permeabilidade, que é rápida nos horizontes A e E, torna-se, nesses casos, lenta ou impedida no Bsm ou Bhsm.

Áreas de ocorrência - São esporadicamente, encontrados nos espaços de terrenos arenosos assentados nos tabuleiros costeiros dos sedimentos do Grupo Barreiras.

## LIMITAÇÕES AGRÍCOLAS DOS SOLOS COESOS

Segundo Laroche (1967) e Haynes (1970), os trabalhos de pesquisa sobre os aspectos agronômicos dos solos dos tabuleiros iniciaram a partir de 1961, com o objetivo de ampliar a disponibilidade de terras agricultáveis na região Nordeste. Esses trabalhos preliminares, entretanto, contemplaram a hipótese de que a disponibilidade de nutrientes constituía-se no principal fator edáfico a limitar a produção agrícola nesses solos, dando-se pouca importância à natureza dos mesmos. (Haynes, 1970), Oliveira & Melo (1970 e 1978) e mais recentemente, Aguiar Netto et al. (1988), Santos & Rezende (1989), Santos (1992), Nacif (1994), Ribeiro et al. (1995), Barbosa (1996), Paiva (1997) e Souza (1997), preocuparam-se com esse problema, alertando para a necessidade de cuidados especiais quanto ao uso, manejo e conservação dos solos coesos, no que diz respeito, por exemplo, à neutralização ou minimização dos efeitos negativos da acidez e das camadas duras relacionadas com a produção agrícola e capacidade de uso dessas terras.

Para melhor compreensão dos problemas a serem abordados neste capítulo, convém relembrar algumas informações relacionadas com o sistema radicular das plantas.

### CONSIDERAÇÕES SOBRE O SISTEMA RADICULAR DAS PLANTAS (TIRADO LARGAMENTE DE GLÓRIA, 1995).

#### Fase embrionária

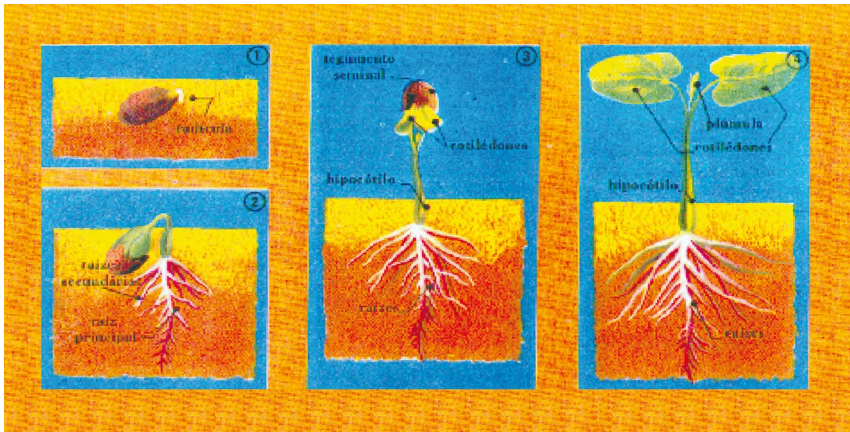
O termo plântula (seedling, em inglês) é utilizado para caracterizar as fases iniciais do desenvolvimento vegetal. Em geral, corresponde ao período que vai desde a germinação até a perda das folhas cotiledonares (Figura 2).

O embrião maduro das fanerógamas consiste de um eixo semelhante a um caule, com um, dois ou mais cotilédones (estes são as primeiras estruturas foliares do esporófito jovem). Nas duas extremidades do eixo embrionário são encontrados os meristemas apicais do caule e da raiz.

No embrião, a atividade da gema terminal denominada plúmula resulta na formação do primeiro entrenó da plântula, localizado acima do(s) cotilédone (s), ou seja, o epicótilo (epi = acima; cótilo = cotilédone). A porção do eixo embrionário entre a ápice da raiz e o(s) cotilédone(s) recebe a denominação de hipocótilo (hipo = abaixo de; cótilo = cotilédone).

Em algumas plantas, a extremidade inferior do eixo embrionário possui características de raiz, sendo denominada radícula. Porém, se não for possível distingui-la, o eixo embrionário é denominado eixo hipocótilo-radicular.





**Figura 2:** 1) Semente de mamona germinando em solo úmido: ao absorver a água através dos tegumentos, o conteúdo da semente intumescce tanto que os tegumentos se partem e surge a plântula. Por uma das fendas sai então um pequeno filamento, a radícula, que cresce para baixo, enterrando-se no solo; 2) A radícula cresce, ramifica-se e em seguida torna-se a raiz principal ou primária; 3) O hipocótilo se alonga, sai da terra em direção ao alto, trazendo a semente ainda quase intacta. Os cotilédones, enquanto isso, absorvem substâncias nutritivas do albúmem e as distribuem entre as diversas partes da plântula necessitadas de alimento. Com o consumo progressivo do albúmem, os cotilédones terminam sua primeira função e começam a abrir-se para realizar a segunda: transformar-se nas primeiras folhas; 4) Entre os dois cotilédones aparece a plúmula. Neste caso, eles são as duas primeiras folhas da planta: antes avermelhados, tornam-se verdes. Isso denuncia a presença da clorofila, com a qual a plântula já é capaz de realizar a fotossíntese, podendo iniciar assim uma vida independente (Enciclopédia Conhecer, 1973).

## Partes da Raiz e Respectivas Funções

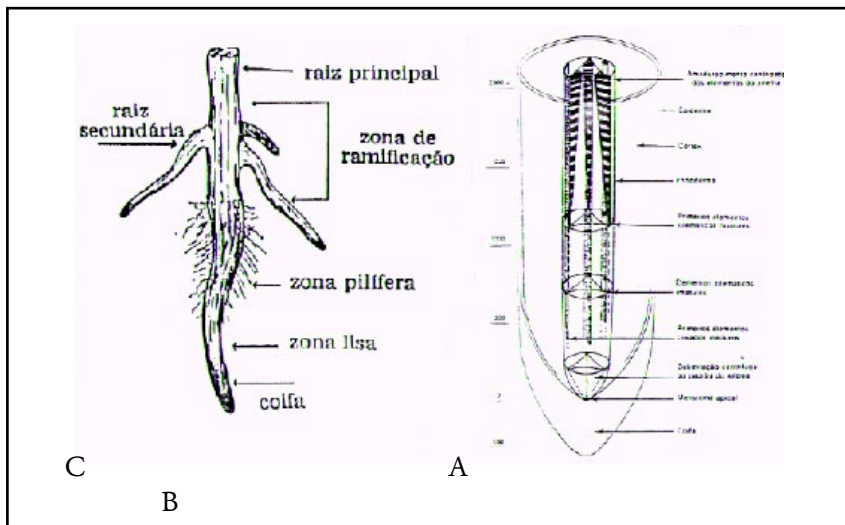
A radícula, ao desenvolver-se, constitui a raiz primária ou principal da planta (qualquer outra raiz, não procedente da radícula, chama-se raiz adventícia). As partes constituintes de uma raiz no estágio jovem, a partir da extremidade, são: caliptra ou coifa; região lisa, de crescimento ou de distensão, região pilífera ou de absorção; região suberosa ou de ramificação (Figura 3).

**Caliptra ou coifa** - É o revestimento protetor da estrutura meristemática da raiz, em forma de dedal. As células mais externas vão sendo removidas por descamação, sendo substituídas por outras que lhe são adjacentes. Sua principal função é proteger o ápice meristemático da raiz e, portanto, esta varia de acordo com o ambiente no qual se encontra: nas plantas terrestres, protege contra o atrito com as partículas do solo durante o crescimento; nas plantas

aquáticas, a coifa não sofre descamações, sendo especialmente desenvolvidas e podendo ser formada por diversas camadas superpostas. Sua função é proteger os tecidos meristemáticos contra o ataque de microorganismos comuns na água; nas plantas epífitas é bem desenvolvida e evita a dessecação do ápice. Está ausente das raízes sugadoras de plantas parasitas.

De acordo com Cutter (1987) a coifa consiste de células parenquimáticas em vários estágios de diferenciação. Devido a sua posição terminal, tem sido geralmente considerada como uma estrutura protetora. Experimentos recentes, entretanto, indicaram ou confirmaram que a coifa possui outra função que é fisiologicamente de grande importância - é, aparentemente, o local da percepção da gravidade. A coifa parece ser capaz de controlar a produção, no meristema, de substâncias reguladoras do crescimento envolvidas no geotropismo, ou seu deslocamento.

A maioria das curvaturas das plantas depende da distribuição desigual de uma substância que influi no crescimento das células - um hormônio vegetal, a auxina. Apesar do empenho dos pesquisadores em interpretar o funcionamento das auxinas, o mesmo ainda é mistério. Ainda assim os cientistas admitem que o geotropismo é um fenômeno resultante da distribuição desigual de auxina, da seguinte maneira: quando uma planta é colocada de tal modo que seu caule e sua raiz fiquem em posição horizontal, a auxina



**Figura 3:** A) Esquema das regiões que compõem a raiz (Glória, 1995); B) diagrama apresentando a diferenciação vascular primária de uma raiz de ervilha (*Pisum sativum*) (Esau, 1978); C) exudação de mucilagem por meio da coifa (Marschener, 1988).

se deposita na região inferior desses órgãos. Nas células de cada uma dessas partes (raiz e caule) do vegetal, a mesma quantidade de hormônio age, porém, de forma diferente: no caso da raiz, seu crescimento é inibido na região inferior e em consequência ela passa a se desenvolver na direção do centro da terra (geotropismo positivo); no caso do caule, a auxina provoca o fenômeno exatamente inverso, isto é, estimula um acelerado crescimento do órgão, de modo que ele se dirige para cima, em busca de luminosidade (geotropismo negativo).

Removendo-se a coifa e deixando-se o resto da raiz intacta não haverá prejuízo no crescimento da raiz, porém esta não mais reagirá ao estímulo da gravidade. Após sua remoção, as células do centro quiescente dividem-se rapidamente e é regenerada uma nova coifa.

***Região lisa ou de crescimento*** - Caracteriza-se pela multiplicação celular (região meristemática) e desenvolvimento celular (região de alongamento). Sua função é promover o crescimento da raiz, que é subterminal;

***Região pilífera*** - caracteriza-se pela presença de pêlos absorventes. Esta região já apresenta tecidos diferenciados. Sua função é absorção e a duração dos pêlos é quase efêmera;

***Região suberosa ou de ramificação*** - com a queda dos pêlos absorventes, ocorre a suberização do tecido periférico, impedindo a penetração de microorganismos. É nesta região que surgem as raízes secundárias ou radículas, a partir das quais se desenvolvem, posteriormente, as raízes terciárias ou de terceira ordem e assim por diante. As raízes de várias ordens, enquanto novas apresentam constituição morfológica semelhante à da raiz principal, antes da sua transformação em raiz pivotante.

A superfície da raiz, particularmente as zonas apicais, é encobertas por material gelatinoso de elevado peso molecular (mucilagem), o qual consiste principalmente de polissacarídeos que incluem cerca de 20 a 50% de ácido poliurônico, dependendo da espécie vegetal. Este material é secretado pelas células da coifa e também liberado pelas células da epiderme. Em meio não estéril ela também inclui substâncias da degradação das paredes celulares por bactérias. No solo, a mucilagem é usualmente invadida por microorganismos e embebe partículas orgânicas e inorgânicas do meio. Essa mistura de material gelatinoso, microorganismos e partícula do solo, é chamada de mucigel. Tais produtos desempenham diversas funções biológicas, incluindo: proteção à zona apical da raiz contra a dessecação; lubrificação da raiz quando de sua distensão dentro do solo; absorção de nutrientes (facilitando ou dificultando); interação com partículas do solo, aumentando o contato raiz-solo, particularmente em solos secos e promovendo a agregação do solo na rizosfera (Marschner, 1998).

## Sistemas Radiculares

A classificação do sistema radicular baseia-se na origem e organização das raízes que o compõem (Figura 4):

No sistema pivotante (Figura 4.1), comum às gimnospermas e dicotiledôneas, a raiz primária se mantém aprofundando-se no solo. Seu desenvolvimento é mais pronunciado que nas ramificações de segunda ordem que, por sua vez, são mais desenvolvidas que as de terceira ordem, e assim sucessivamente.

No sistema fasciculado (Figura 4.2) comum às monocotiledôneas, a raiz primária se atrofia formando-se outras raízes no primeiro nó caulinar. Neste sistema todas as raízes são adventícias e apresentam espessura semelhante.

Plantas propagadas por fragmentos de raízes, caules e folhas, como, por exemplo, a mandioqueira (*Manihot dulcis*), apresentam sistema radicular fasciculado, formado por raízes adventícias.

### LIMITAÇÕES IMPOSTAS PELA COMPACIDADE<sup>5</sup>

## Compacidade e Crescimento Radicular

Entre os diversos fatores que prejudicam o crescimento e desenvolvimento<sup>6</sup> de plantas cultivadas (danos causados por insetos e moléstias, deficiências nutricionais, acidez do solo, drenagem insuficiente, baixa taxa de oxigênio, temperatura imprópria do solo, compacidade do solo e dilatação radicular) a compactação e o adensamento do solo tomam,

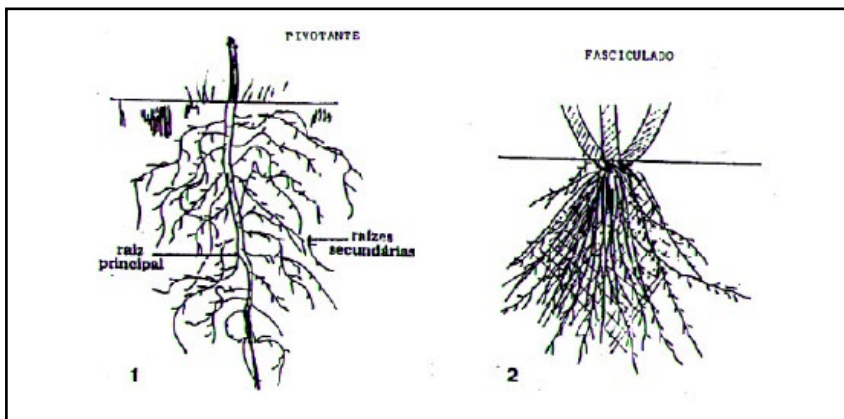


Figura 4 - 1) Sistema radicular pivotante; 2) sistema radicular fasciculado (Glória, 1995).

muitas vezes, dimensões sérias, pois ao causarem restrição ao crescimento e desenvolvimento radicular, acarretam uma série de problemas que afetam direta ou indiretamente a produção agrícola. (Camargo & Alleoni, 1997). Por esta razão, a profundidade em que as camadas duras aparecem no solo determinará a importância agrícola do mesmo. A profundidade crítica para o crescimento e desenvolvimento de plantas dependerá da planta em questão, todavia, quando estão na ou próxima à superfície, sejam elas de qualquer natureza, sugerem a necessidade de sistemas de manejo diferenciados daqueles usualmente utilizados, a fim de se reduzir ou controlar o estresse provocado pela compactação (Rezende, 1997).

Denomina-se pressão de crescimento radicular (PCR) a força de crescimento por unidade de área da seção transversal (pressão axial) ou por unidade de área da seção lateral (pressão radial); por outro lado, resistência mecânica do solo à penetração radicular é a reação do solo às forças exercidas pelas raízes em crescimento, mais especificamente a reação da parte sólida do solo. Comparando-se as forças que podem ser exercidas pelas raízes com aquelas necessárias para deformar o solo, é possível saber quando as propriedades mecânicas do solo influem no crescimento das raízes (Barley & Greacen, 1967).

O crescimento radicular ocorre quando células da região meristemática (Figura 3) se dividem, alongam-se e levam a ponta da raiz através do material adjacente. A pressão de turgor nas células que se alongam é a força direcional e deve ser suficiente para sobrepor a resistência da parede celular ou outra resistência externa qualquer. Assim, a pressão de turgor celular, a resistência da parede celular a sollicitações e a resistência do meio à deformação são fatores na avaliação do crescimento radicular através do solo (Camargo & Alleoni, 1997).

A pressão de crescimento radicular (PCR) disponível para a raiz realizar um trabalho é definida como:

$$PCR = (\Sigma Ft - \Sigma Fpc) / A$$

Em que  $\Sigma Ft$  = somatório das forças longitudinais na raiz, resultantes

<sup>5</sup> Entende-se por crescimento o aumento irreversível do tamanho de um órgão qualquer em função da divisão e da expansão celular, enquanto que desenvolvimento abrange todas as fases de ciclo biótico dos seres vivos, desde a célula ovo até a sua formação definitiva. O crescimento, portanto constitui uma fase do desenvolvimento das plantas (Castro, 1982).

<sup>6</sup> Dá-se o nome de compactação ao arrajamento cerrado (apertado) das partículas do solo. O termo compactação é usado para caracterizar a compactação provocada por forças mecânicas externas, ou compressão (trânsito de máquinas e implementos agrícolas, pisoteio de animais, etc) e adensamento para caracterizar a compactação do solo provocada por processos naturais ou pedogenéticos (dissecação, iluviação e precipitação química) (Grohmann, 1972; Curi, 1993).

da pressão de turgor celular;  $\Sigma F_{pc}$  = somatório das forças originárias da resistência da parede celular à elongação; e  $A$  = área da raiz no plano que a força é determinada.

Pfaffer (1893), citado por Barley & Greacen (1967), verificou que uma raiz ou um broto confinado em ambiente rígido logo exerce uma força de expansão que, inicialmente, aumenta muito rápido e depois mais vagarosamente, atingindo um máximo em dois ou três dias. Esta máxima força correspondeu a uma pressão de 5 a 10 bar (0,5 a 1,0 MPa, respectivamente) distribuída sobre a parte mais larga da sessão transversal dentro da região de crescimento. Outrossim, o trabalho de Pfaffer sugere que a pressão axial (longitudinal) do órgão em crescimento é maior do que a radial, pois, para uma dada espécie ou órgão, a pressão desenvolvida independe do diâmetro do mesmo, porque a força exercida aumenta com o tamanho do órgão em crescimento. Embora as raízes exerçam menor pressão na direção radial (crescimento em diâmetro), a força exercida nessa direção é muito maior, pois atua numa área também maior.

As raízes penetram os solos crescendo através dos poros ou removendo partículas do caminho que elas mesmas criam. “Quando encontra um poro no solo cujo diâmetro é menor que o seu, só prosseguirá expandindo se for capaz de exercer pressão suficiente para dilatar os poros ou, então, terá que diminuir seu diâmetro o suficiente para passar através dele (na realidade, parece que o diâmetro da raiz aumenta em vez de diminuir, quando encontra tais obstáculos). O balanço de forças externas e internas é responsável pelo crescimento radicular e a raiz pode exercer pressões de até 0,9 a 1,13 MPa contra as paredes dos poros do solo. O que interessa, entretanto, não é a pressão máxima que a raiz pode exercer e sim qual a pressão imposta pelo meio que reduz consideravelmente a elongação radicular. Quanto a isto, há poucas informações, podendo-se dizer, entretanto, que à pressão entre 0,02 a 0,05 MPa a elongação radicular é bem diminuída, apesar de haver diferenças entre espécies de plantas.

Como a compactação e o adensamento do solo provocam diminuição no tamanho dos poros, a ponto de impedir a passagem da raiz principal, a planta lança mão de mecanismos de defesa via expansão de raízes laterais com diâmetros adequados para passar pelos poros. Essas raízes laterais parecem responder à imposição de obstáculos mecânicos de maneira muito semelhante à principal. Assim, se o obstáculo é imposto a ambas, todo o sistema se tornará definhado, ficando inteiramente coberto de pêlos radiculares (Figura 5).

Se houver obstáculo apenas à raiz principal, proliferam-se as laterais, formando uma configuração de sistema radicular muito denso e raso que, em condições de campo, dificilmente sobrevive a um período de seca” (Camargo & Alleoni, 1997).

A porcentagem de espaços vazios no volume do solo e, especialmente, seus aspectos geométricos, como número, tamanho, forma, distribuição, direção, continuidade e conexão são, portanto, bastante relevantes para o desenvolvimento radicular

*Solos com estruturas uniformes* - Se os solos não têm poros contínuos, maiores que o diâmetro da raiz, ela se desenvolverá dependendo da resistência que lhe for imposta. Desde que haja poros suficientemente grandes, as raízes podem se desenvolver em solos com alta resistência. A presença de macroporos permite às raízes atravessarem camadas de solos que seriam normalmente impenetráveis e terem acesso a um reservatório maior de água e de nutrientes móveis. Os macroporos não são apenas fisicamente diferentes dos demais

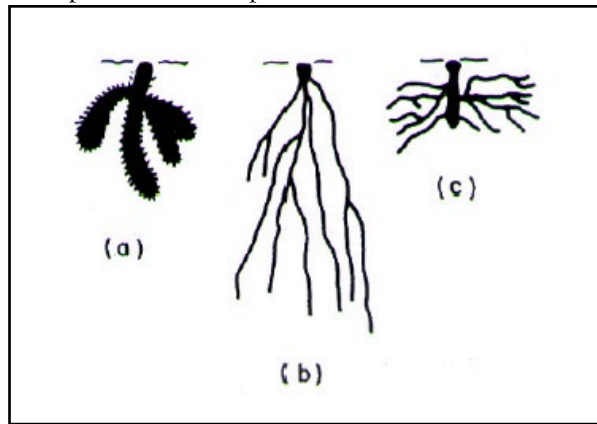


Figura 5 - Efeito da pressão na ramificação das raízes (a) com obstáculo à raiz principal e às laterais; (b) sem obstáculos; (c) com obstáculos à raiz principal (Camargo & Alleoni, 1997).

poros, pois podem ser ricos em microorganismos, sendo as raízes que neles crescem beneficiadas de várias maneiras, através de simbiose com liberação de nutrientes.

Muitas raízes laterais podem se proliferar numa planta se desenvolvendo em solo com poros menores que o diâmetro da raiz principal. Sendo assim os dois tipos de raízes, num mesmo tempo, poderão estar explorando volumes de solos que apresentem condições diferentes de umidade, nutrientes ou mesmo toxicidade. Prevalendo condições adversas para o pleno desenvolvimento das raízes, poderá haver absorção de água e nutrientes, com prejuízos para o crescimento da planta.

*Solos com descontinuidades estruturais* - Os solos não apresentam, normalmente, poros de tamanho e formas uniformes, mas sim descontinuidades

estruturais dentro do seu perfil, as quais constituem ambientes bem diferentes à expansão radicular. Assim, podem apresentar rachaduras verticais, unidades estruturais (referindo-se à agregados) muito desenvolvidas e camadas horizontais altamente endurecidas (pãs). Rachaduras verticais são planos verticais de fraqueza na massa do solo que, apresentando resistência zero ao crescimento, causam uma concentração radicular nessa região. Unidades estruturais muito estáveis podem apresentar um padrão de densidade e aeração diferentes da massa do solo, podendo motivar um crescimento radicular distinto entre as unidades e dentro das unidades” (Camargo & Alleoni, 1997).

A forma e a orientação dos agregados dentro do solo podem afetar a penetração da raiz, pois esses fatores influenciam o ângulo de contato no qual a coifa encontra a superfície dos mesmos. A chance de penetração é menor quando o ângulo de contato coifa-superfície do agregado é mais agudo. Por outro lado, a falta de ancoragem (apoio) em camadas mais soltas (frouxas) do solo pode impedir a penetração de raízes em camadas mais duras. Por exemplo, se a semente é plantada em solo frouxo e a plântula encontra uma crosta superficial, em vez de emergir poderá ser empurrada para baixo. Da mesma forma acontece com as raízes, quando encontram superfícies duras, se a camada acima não oferecer apoio suficiente ela não conseguirá penetrá-la, mesmo que tenha força suficiente para tal (Barley & Greacen, 1967).

A presença de camadas coesas nos principais solos dos tabuleiros costeiros, com elevada resistência à penetração, conforme mostra Soares Neto (1999), Figura 6, constitui um inibidor físico do crescimento e desenvolvimento radicular das plantas.

## Compacidade e Aeração do Solo

A aeração e o impedimento físico (resistência à penetração) são as principais causas de inibição do crescimento radicular em solos compactos e/ou densos. Wiersun (1957, 1960), avaliando a capacidade de plantas jovens de aveia penetrarem poros de diversos diâmetros e graus de rigidez, verificou que as raízes só penetraram aqueles de diâmetros maiores do que os das raízes muito jovens, porque a plasticidade de suas pontas não lhes permitia contração para introduzirem-se em poros estreitos. Verificou, ainda, certa correlação positiva entre a profundidade de penetração de raízes e a taxa de difusão de oxigênio: as raízes não se alongaram quando essa taxa baixava aquém de um nível mínimo tolerável.

Barley (1962) observou que a concentração de oxigênio determina a taxa de crescimento das raízes apenas quando é baixa a resistência à pene-



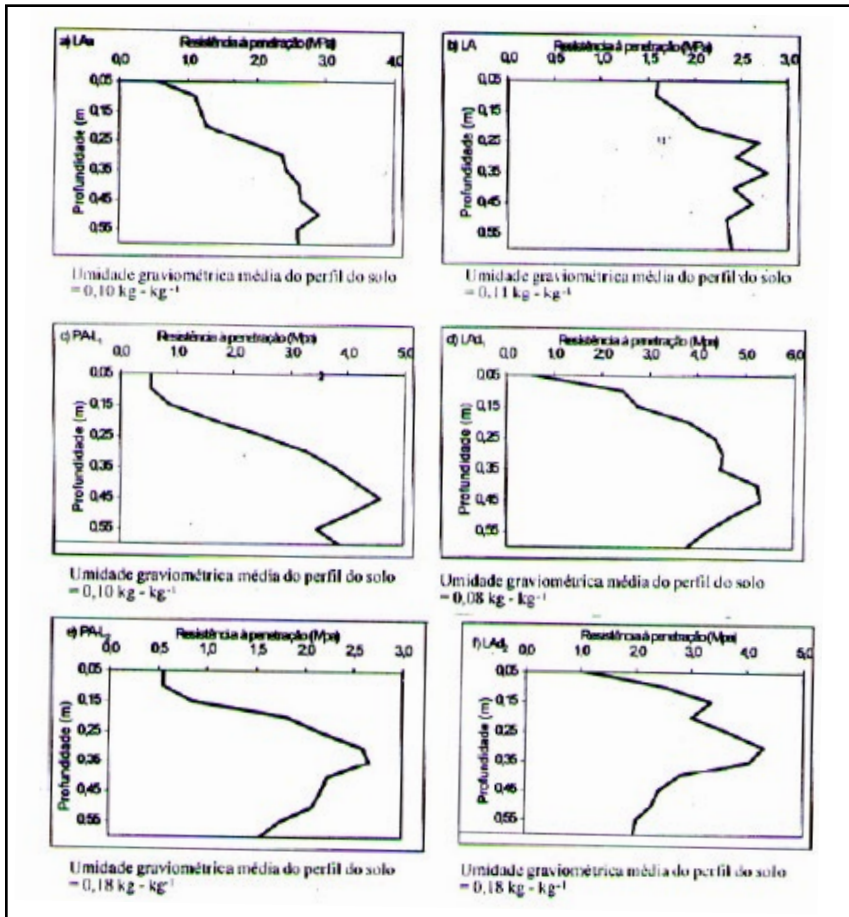


Figura 6 - Resistência de solos coesos de tabuleiros costeiros do Estado da Bahia ao penetrômetro: a) Latossolo Amarelo Podzólico álico coeso textura argilosa; b) Latossolo Amarelo endoálico coeso textura argilosa; c) Podzólico Amarelo Latossólico distrófico coeso textura média; d) Latossolo Amarelo variação Acinzentada distrófico coeso textura média; e) Podzólico Amarelo Latossólico distrófico coeso textura argilosa; f) Latossolo Amarelo distrófico coeso textura argilosa EAUFBA, Cruz das Almas, Bahia (Soares Neto, 1999).

tração; estas não se desenvolvem quando submetidas à elevadas resistências à penetração - qualquer que seja o nível de oxigênio. Segundo o autor, para uma determinada concentração de oxigênio, o desenvolvimento das raízes decresce em proporções logarítmicas com o aumento da resistência à penetração.

A baixa aeração também induz à ramificação das raízes adventícias superficiais e essa concentração de raízes leva a planta a utilizar a água localizada apenas nos primeiros centímetros do solo, podendo causar problemas de deficiência hídrica em período de seca. É bastante conhecido o efeito provocado pelos “veranicos” em plantas com sistema radicular pouco desenvolvido. Quando esse desenvolvimento é prejudicado pela falta de oxigênio no solo, aumentam a resistência das raízes para extrair água (Kramer, 1969) e a resistência dos estômatos para transpirá-la (Sojka & Stolzy, 1980), causando diminuição da absorção de nutrientes e, conseqüentemente, da fotossíntese (Letey et al., 1962). A transferência de nutrientes das raízes para os tecidos vegetais também requer a energia provida pela respiração das plantas, daí a necessidade de um adequado suprimento de oxigênio para o pleno funcionamento das raízes (Russel, 1981).

Se o solo estiver saturado, condição fácil de ser atingida em camadas compactas e/ou densas, a difusão do oxigênio, ou sua troca com a atmosfera, será muito prejudicada. Como a raiz consome este elemento, seu teor poderá então diminuir muito no ar do solo, a tal ponto que a planta começa a sofrer sua deficiência. A difusão do oxigênio do ar atmosférico para dentro do solo é muito importante para se manter esse elemento em níveis suficientemente altos para o crescimento radicular adequado. Essa difusão depende muito do espaço poroso livre de água ou porosidade de aeração. Quanto mais arenoso for um solo, maior será a presença de poros grandes e contínuos. Com isso, maior deve ser a razão entre o coeficiente de difusão de gases no solo e no ar atmosférico (Camargo & Alleoni, 1997).

A compactação e o adensamento do solo resulta numa diminuição da macroporosidade, justamente aquela responsável pela circulação do ar no solo. Isto ocorre nas camadas coesas dos principais solos dos tabuleiros costeiros, conforme mostram Santos & Rezende (1989), Santos (1992) e Nacif (1994).

## Compacidade e Permeabilidade do Solo

O volume de água que flui num tubo por unidade de área é proporcional à quarta potência do raio do tubo. Assim, se o diâmetro de um tubo diminui 1/3 do tamanho original, o volume do fluxo diminuirá para 1/81 do original. Como a compactação e/ou adensamento diminuem a quantidade de poros grandes, ela tem grande influência na transmissão da água em um solo saturado (Camargo & Alleoni, 1997).

Os horizontes coesos dos tabuleiros costeiros apresentam taxa de infiltração e condutividade hidráulica baixas, comparadas à dos horizontes supra e subjacentes, não coesos (Santos & Rezende, 1989; Santos, 1992; Nacif, 1994).

## Compacidade e Temperatura do Solo

O fluxo de calor está estreitamente relacionado à compactação (e ao adensamento do solo), uma vez que a condutividade térmica de um meio poroso depende da distribuição e da condutividade das fases sólida, líquida e gasosa. A umidade de solo influi mais do que sua densidade na condutividade térmica. Para um mesmo conteúdo de água, entretanto, a condutividade térmica do solo com densidade alta é maior que em um com densidade baixa. A difusividade térmica obedece mais ou menos à mesma evolução. Dependendo da profundidade, a variação da temperatura será maior quanto maior for a difusividade térmica. Em solos compactos e/ou densos, portanto, essa variação é maior (Camargo & Alleoni, 1997).

Convém lembrar que solos dos tabuleiros costeiros sob cultivo podem apresentar, além de compactação na superfície, horizontes coesos próximos à mesma. Seu maior aquecimento poderá acelerar as perdas de água e prejudicar o crescimento e desenvolvimento das raízes, com reflexos negativos sobre a planta.

## Compacidade e Fluxo de Nutrientes no Solo

“As raízes das plantas geralmente ocupam menos que 5% do volume do solo, considerando os 0,15 m superiores, onde são mais abundantes. Em muitas espécies, o volume ocupado decresce rapidamente com a profundidade e, freqüentemente, não corresponde a mais que a centésima ou a milésima parte de 1% a 0,50 m de profundidade. Daí se deduz que apenas uma pequena fração de solo na zona radicular está em contato direto com as raízes. Por isso, o funcionamento das raízes nos solos é determinado não só pelas características fisiológicas do sistema radicular, mas também por fatores edáficos, como a compactação (e o adensamento) do solo, que determinam a velocidade com que os nutrientes e a água se movem até a interface solo-raiz”.

Poucas espécies têm raízes com diâmetro inferior a 0,1 mm, e as raízes jovens, em pleno crescimento, da maioria das plantas herbáceas e arbóreas são consideravelmente maiores do que esse valor, sendo, portanto, bem maiores do que os poros drenados na “capacidade de campo”, cujo diâmetro está na faixa de 0,05 mm. Por isso, os microporos constituem a rota principal ao crescimento das raízes, de modo que solos mal estruturados podem inibir o pleno desenvolvimento do sistema radicular.

O papel da solução do solo como fonte de nutrientes e a maneira como sua concentração é mantida nas vizinhanças da raiz é assunto de muita relevância na nutrição de plantas. Os nutrientes atingem os lugares de absorção da

raiz se movimentando com a água, para satisfazer as exigências transpiratórias da planta (fluxo de massa) ou se movendo independentemente do movimento da solução (difusão) para a superfície de absorção (como são absorvidos na superfície radicular, há uma exaustão nessa região, criando um gradiente de concentração com a solução do solo mais distante da raiz).

Não é fácil determinar exatamente a influência da compactidade sobre os mecanismos de movimento iônico. Como mencionado anteriormente, a condutividade hidráulica do solo saturado é maior em solos menos compactados (e/ou densos). Para um mesmo solo, em condição não saturada, a diminuição do conteúdo de água provoca uma queda menos acentuada da condutividade hidráulica num solo adensado. Assim, por exemplo, se a condutividade do solo não saturado aumenta com a compactidade, o fluxo de massa será maior, carreando mais rapidamente os íons da solução. Nesse caso, por esse mecanismo, a compactidade aumentará o transporte de íons até a superfície absorvedora. Isto ocorre com o íon nitrato, por exemplo, dado que o fluxo de massa é muito importante para seu movimento.

A influência da compactidade na difusão de nutrientes (movem-se principalmente por difusão, no solo, íons que reagem com a superfície das partículas, como é o potássio, em certas condições, e o fósforo) ainda não é muito clara. Existem experimentos nos quais a compactidade aumenta, e outros nos quais ela diminui o coeficiente de difusão dos íons". (Camargo & Alleoni, 1997).

## LIMITAÇÕES IMPOSTAS PELA ACIDEZ DO SOLO

Os solos do ecossistema dos tabuleiros costeiros são péssimos reservatórios de nutrientes, particularmente os horizontes subsuperficiais, devido à baixíssima CTC. Além de pobres em nutrientes, são ácidos e com elevados teores de alumínio trocável ao longo do perfil, conforme mostra Jacomine (1996), Tabelas 2 e 3. Isto prejudica o crescimento, desenvolvimento e produção dos cultivos, pelas razões a seguir:

### Efeitos do pH<sup>7</sup>

A acidez é comum em todas as regiões onde a precipitação é suficientemente elevada para lixiviar quantidades apreciáveis de bases permutáveis das camadas superficiais dos solos. Tão generalizada é a sua ocorrência e tão pronunciada a sua influência sobre os vegetais, que se transformou numa das mais discutidas propriedades dos solos:

**Cálcio e magnésio** - deficientes em solos com extremos de pH, devido à intensa lixiviação nas regiões úmidas (pH ácido) e à insolubilização na faixa de pH alcalino.

**Alumínio, ferro e manganês** - Quando é baixo o pH dum solo, quantidades apreciáveis destes componentes encontram-se em estado solúvel a tal ponto que poderão tornar-se extremamente tóxicos para certos vegetais. Entretanto, ao aumentar o pH, estes elementos se precipitam, tornando-se cada vez menores as proporções destes íons na solução, até que, em solo neutro ou nas suas vizinhanças, certos vegetais poderão se ressentir da falta de manganês e de ferro assimiláveis. Isso acontece provavelmente quando um solo arenoso, nitidamente ácido, é levado de forma brusca, à condição neutra ou alcalina mediante calagem exagerada.

Embora as deficiências de manganês e de ferro não sejam comuns, são observadas em certas áreas, particularmente em solos arenosos, submetidos a calagem demasiada ou em solos alcalinos de regiões áridas. Se a reação do solo for mantida dentro dos limites aproximados de pH 6 a 7, a toxidez de alumínio, do ferro, do manganês assim como a deficiência dos dois últimos poderão ser evitados. cobre e zinco são igualmente influenciados pela elevação do pH, com seu ponto crítico entre 6 e 7, acima deste sua disponibilidade declina de forma definitiva.

**Tabela 2** - Características químicas de um Latossolo Amarelo representativo dos tabuleiros costeiros (Jacomine, 1996).

Horiz	Ph 1:2,5		Complexo sortivo cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>							V (%)	Sat. Al <sup>+3</sup> (%)
	H <sub>2</sub> O	KCl	Ca <sup>++</sup> + Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	S	Al <sup>+3</sup>	H <sup>+</sup>	T		
A	4,4	3,6	0,7	0,06	0,08	0,8	1,3	5,7	7,8	10	62
AB	4,5	3,6	0,2	0,02	0,03	0,3	1,5	5,2	7,0	4	83
BA	4,4	3,8	0,1	0,01	0,01	0,1	1,1	3,0	4,2	2	92
Bw <sub>1</sub>	4,7	4,0	0,1	0,01	0,01	0,1	0,9	2,2	3,2	3	90
Bw <sub>2</sub>	4,8	4,0	0,1	0,01	0,01	0,1	0,6	1,7	2,4	4	86
Bw <sub>3</sub>	4,9	4,1	0,1	0,01	0,01	0,1	0,6	1,6	2,3	4	86

Horiz	C (%)	N (%)	C N	P (ppm)	Ataque Sulfúrico (%) (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> d=1,47 g/cm <sup>3</sup> )					Ki	Kr	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
					SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			
A	1,25	0,16	8	2	9,3	7,4	2,0	0,76	-	2,14	1,82	5,80
AB	0,46	0,09	5	1	12,2	10,0	2,5	0,95	-	2,07	1,79	6,28
BA	0,41	0,07	6	1	15,2	12,4	3,1	0,93	-	2,08	1,80	6,27
Bw <sub>1</sub>	0,16	0,06	3	1	17,0	14,5	3,2	0,99	-	1,99	1,75	7,11
Bw <sub>2</sub>	0,07	0,04	2	1	18,8	16,3	3,8	1,11	-	1,96	1,71	6,71
Bw <sub>3</sub>	0,06	0,04	2	1	22,2	18,7	3,5	1,15	-	2,02	1,80	8,37

<sup>7</sup> Tirado largamente de Brady (1989).

**Tabela 3** - Características químicas de uma Podzólico Amarelo representativo dos tabuleiros costeiros (Jacomine, 1996).

Horiz	pH 1:2,5		Complexo sortivo cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>							V (%)	Sat. Al <sup>+3</sup> (%)
	H <sub>2</sub> O	KCl	Ca <sup>++</sup> + Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	S	Al <sup>+3</sup>	H <sup>+</sup>	T		
Od	4,2	3,5	8,8	0,32	0,14	9,3	0,8	27,1	37,2	25	8
A	3,8	3,2	1,0	0,07	0,04	1,1	0,9	5,1	7,1	15	45
AB	3,9	3,6	0,5	0,04	0,05	0,6	1,4	3,1	5,1	12	70
BA	4,3	3,8	0,6	0,03	0,05	0,7	1,3	2,3	4,3	16	65
Bt <sub>1</sub>	4,6	3,8	1,1	0,02	0,04	1,2	0,7	1,9	3,8	32	37
Bt <sub>2</sub>	4,8	3,9	0,9	0,01	0,06	1	0,6	1,4	3,0	33	38
Bt <sub>3</sub>	4,6	3,9	0,5	0,05	0,04	0,6	0,6	1,4	2,6	23	50

Horiz	C (%)	N (%)	C N	P (ppm)	Ataque Sulfúrico (%) (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> d=1,47 g/cm <sup>3</sup> )					Ki	Kr	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> livre %
					SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>				
Od	11,92	0,73	16	1,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A	1,54	0,13	12	1,1	4,7	3,8	1,0	0,44	0,02	2,10	1,80	5,92	0,05
AB	0,81	0,07	12	0,9	14,8	13,1	3,3	1,04	0,03	1,92	1,66	6,23	2,03
BA	0,51	0,05	10	0,4	20,3	17,9	4,0	11,29	0,03	1,93	1,69	7,02	2,44
Bt <sub>1</sub>	0,40	0,03	13	0,3	19,1	16,8	3,7	1,15	0,03	1,93	1,69	7,13	2,30
Bt <sub>2</sub>	0,30	0,02	15	0,3	23,8	20,9	4,5	1,42	0,04	1,94	1,70	7,29	2,77
Bt <sub>3</sub>	0,26	0,02	13	0,3	22,8	20,1	4,5	1,35	0,04	1,91	1,67	7,01	2,84

Quanto ao *boro*, a situação é algo diferente e mais complicada. Desde que, nem o solo sem tratamento, nem tampouco o calcário isolado precipitam o boro, de forma apreciável, quando combinados ambos, o colocam indisponível. Outrossim, o excesso de cálcio, a despeito da sua solubilidade, poderá prejudicar, de certa forma, a penetração do boro nos vegetais. Cálcio em demasia, nas células vegetais, poderá mesmo interferir com o metabolismo do boro, mesmo que se ache presente em plenitude. Admite-se também que o calcário poderá criar séria competição com o boro, ao estimular a atividade microbiana.

Segundo Haynes (1970), “o desequilíbrio entre o cálcio e o boro na solução do solo constitui um impedimento ao desenvolvimento normal das raízes (a relação considerada ótima é de 80:1 a 400:1<sup>8</sup>). Se a solução do solo carece de qualquer destes elementos, as paredes celulares das pontas das raízes que estão em crescimento ativo e não desenvolveram ainda um córtex perderão sua semipermeabilidade. Ao ser exposto ao contato com a água carente de cálcio e boro na relação adequada, o cálcio no interior das células na ponta da raiz perde-se para a solução do solo deficiente em cálcio, o que é imediatamente seguido pela perda de potássio, magnésio e outros ions. Isto acarreta a morte da ponta da raiz até o ponto no qual esta é protegida pelo córtex. Na maioria das plantas ocorrerá a formação de novo tecido meristemático, surgindo uma ou mais novas raízes laterais. Caso estas novas raízes encontrem também

uma solução carente de cálcio e boro, o processo repetir-se-á. Esta é uma função externa da solução do solo e, por conseguinte, um teor e equilíbrio adequados entre o cálcio e o boro deve ser mantido em toda a zona da raiz de modo a favorecer o desenvolvimento normal das raízes da planta. Estágios drasticamente adiantados de falta de cálcio e boro, ou de ambos, na solução do solo, resultará na situação anormal de raízes terminais conforme descrito acima. Quando isto ocorre, torna-se certo que a cultura já está afetada além da possibilidade de recuperação normal. Há portanto necessidade de se manter um suprimento contínuo de cálcio e boro em proporções que permitam o desenvolvimento de raízes sadias”.

A disponibilidade do *molibdênio* acha-se na dependência essencial do pH. Em solos muito ácidos, permanece totalmente indisponível, porém a medida que é ultrapassado o pH 6, cresce a sua disponibilidade. A correlação entre a disponibilidade do molibdênio e o pH é tão forte, que alguns pesquisadores consideram ser a calagem o fator principal no aumento da disponibilidade desse mineral.

*Fósforo disponível* - o tipo do íon fosfato presente varia de acordo com o pH da solução do solo. Quando o solo é neutro ou ligeiramente alcalino, a forma que aparenta ser a mais comum é o íon  $\text{HPO}_4^{2-}$ . À medida que o pH diminui e o solo torna-se de ligeira a moderadamente ácido, começam a prevalecer os íons  $\text{HPO}_4^{2-}$  e  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ; com acidez mais elevada, o último é o dominante. Face à formação de compostos insolúveis, há geralmente preferência por uma reação de solo que c

A atividade do fósforo está indiretamente relacionada com pH, sob outra forma. Já foi explicado que, ao aumentar a acidez do solo há incremento nas atividades do ferro, do alumínio e do manganês. Sob tais condições, os fosfatos solúveis permanecem acentuadamente “fixados” como compostos insolúveis e complexos destes elementos. Esta fixação é por demais séria, quando o pH do solo se posiciona abaixo de 5,0.

Se o pH dum solo mineral for elevado a nível superior a 7, a nutrição dos vegetais superiores com fosfato sofrerá outros tipos de transtorno. Em primeiro lugar, com tais valores elevados de pH, formam-se fosfatos complexos de cálcio insolúvel. Desse modo, a solubilidade de fósforo, quer do natural,

<sup>8</sup> A manutenção de equilíbrios apropriados raramente constitui problema no manejo de solos agrícolas de alta capacidade de troca de cátions, isto porque estas relações são mantidas dentro de limites de tolerância pela ação estabilizante do complexo sortivo. Devido à baixa capacidade de troca dos solos dos tabuleiros, o manejo dos nutrientes nesses solos tem muito em comum com o manejo nutricional de plantas cultivadas em soluções químicas (Haynes 1970).

quer das aplicações, poderá ser seriamente prejudicada. Além disso, com pH 7 e acima, o excesso de cálcio poderá prejudicar a absorção do fósforo e sua utilização pelos vegetais.

Entre pH 6 e 7, a fixação do fósforo se encontra no mínimo e sua disponibilidade para os vegetais superiores atinge o máximo. Na sistemática da nutrição do fósforo pelas culturas, é sobretudo importante que o pH do solo seja mantido dentro dos limites conservadores de 6 a 7, ou nas suas proximidades. Mesmo assim, os vegetais superiores não absorvem prontamente, nem sequer a metade ou mesmo um terço do fósforo disponível, fornecido pelos fertilizantes.

*Organismos do solo e pH* - Os organismos do solo são influenciados pelas flutuações no pH da solução do solo; o que poderá ser ocasionado, em casos extremos, pelos próprios íons hidrogênio, porém na maioria dos solos, deverá ser atribuído aos fatores correlatos ao pH do solo.

Bactérias e actinomicetes têm, em geral, melhor desempenho em solos minerais, com valores intermediários a elevados de pH; sua atividade diminui drasticamente quando o pH cai para menos de 5,5. Entretanto, os fungos são particularmente versáteis, desenvolvendo-se muito bem, numa larga faixa de pH. Por isso, os fungos predominam em solos normais, com faixas mais reduzidas de pH, ao passo que, as faixas intermediárias e mais elevadas, competem fortemente com bactérias e actinomicetes.

Em solos minerais, a oxidação e a “fixação” de *nitrogênio* ocorrem com vigor, apenas com valores de pH muito superiores a 5,5, embora haja ocorrência de reações em solos orgânicos, com valores mais reduzidos. No entanto, a degradação geral da matéria orgânica, embora prejudicada, prosseguirá com intensidade considerável, com valores mais reduzidos de pH, porque os fungos acham-se capacitados, na sua maioria, a executar estas transferências enzimáticas, com acidez elevada. Isso é providencial, porque os vegetais superiores, que crescem em solos muito ácidos, são providos pelo menos, com nitrogênio amoniacal da matéria orgânica em decomposição.

No conjunto, um solo com faixa intermediária de pH, apresenta o regime biológico mais satisfatório. As condições nutrientes são favoráveis, sem extremos e a disponibilidade do fósforo encontra-se no máximo.

Convém mencionar uma exceção muito importante na correlação geral das bactérias com a reação do solo. Os organismos que oxidam enxofre, produzindo ácido sulfúrico, aparentam ser mais versáteis. É provável que funcionem intensamente, não apenas em solos com pH médio para elevado, como também sob condições sobretudo ácidas. Isto assume importância capital, pois cria a possibilidade de aplicação de enxofre aos solos, com



desenvolvimento de elevada acidez, mediante ativação dessas bactérias. Se esses organismos fossem, de qualquer modo, sensíveis a um reduzido pH e a seus fatores correlatos, suas atividades seriam logo retardadas e finalmente interrompidas, em função dos seus próprios produtos ácidos. Sob tais condições, o enxofre seria relativamente ineficaz na acidificação dos solos.”

## Toxicidade do Hidrogênio, Alumínio e Micronutrientes

Definiu-se como tóxico qualquer elemento, não essencial ou benéfico, prejudicial à planta. Toxidez, entretanto, é manifestação externa de anormalidade que pode ser devida a qualquer elemento, essencial ou benéfico, macro ou micronutrientes. A toxicidade de um elemento pode ser acompanhada e por isso medida pelas seguintes variáveis: diminuição no crescimento ou redução na colheita; sintomas visíveis; concentração no tecido. O primeiro efeito ou manifestação pode ser devido a interferência provocada pelo elemento na absorção, transporte ou função do outro. O sintoma visível, que poderá não ser específico, é o resultado de uma cadeia de acontecimentos que começa com uma alteração ao nível molecular, contínua com modificação subcelular que, por sua vez, leva a uma alteração celular a qual, finalmente resulta em modificação no tecido, isto é, no sintoma (Malavolta, 1994)

## Efeitos do Hidrogênio e do Alumínio<sup>9</sup>

*Inibição na absorção de nutrientes e indução de deficiência.* Quando o pH baixa, ou seja, a concentração de  $H^+$  aumenta, a absorção de cátions é inibida por duas razões: prejuízo na taxa líquida de extrusão (expulsão) do  $H^+$  pela ATPase presente na membrana plasmática e decréscimo da quantidade de cations polivalentes ( $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ) no apoplasto das células corticais da raiz. A concentração de cátions no apoplasto incrementa a taxa de soerguimento dos mesmos, dentro do simplasto. Correspondentemente, a uma dada concentração externa de cátions polivalentes, baixando o pH, por exemplo de 6 para 3, decresce a absorção dos mesmos; em adição, o aumento dos teores de alumínio, que age como elemento competidor por sítios de ligação no apoplasto - acentua esse decréscimo.

O alumínio também pode inibir a absorção de cálcio (bloqueando os canais deste na membrana plasmática) e de magnésio (bloqueando os sítios de transporte de proteínas). Elevadas concentrações de manganês também inibem a absorção do cálcio e do magnésio.

Em contraste com o magnésio, a absorção de potássio não é usualmente afetada por manganês ou alumínio, levando a um aumento na relação  $K/Ca^{2+} + Mg^{2+}$  nos brotos. Isto aumenta os risco de deficiência de cálcio e/ou magnésio e também o risco potencial de tetania em ruminantes que usam gramínea como forragem.

Em solos ácidos, a nodulação das leguminosas é drasticamente inibida por elevadas concentrações de  $H^+$  em combinação com baixos teores de cálcio e por elevada concentração de alumínio em particular. Mudanças na morfologia da raiz e infecções podem estar envolvidas na inibição da nodulação pela elevada concentração de alumínio.

*Inibição do crescimento radicular.* A ação tóxica do alumínio foi inicialmente relatada na raiz. O sistema radicular afetado apresentou-se curto e espesso em consequência da inibição da alongação das raízes principal e laterais. A severidade da inibição do crescimento radicular é um indicador das diferenças genotípicas da toxicidade do alumínio.

Com o aumento da acidificação do solo a penetração da raiz é inibida particularmente na subsuperfície (baixa relação  $Ca^{2+}/Al^{3+}$  e alta relação  $A^{3+}/$  alumínio total), resultando um sistema radicular mais raso e, conseqüentemente, menor utilização de nutrientes minerais e água do solo. O risco de estresse hídrico é aumentado e também a lixiviação de nutrientes.

A toxicidade do alumínio é, portanto, manifestada de duas maneiras: deficiência induzida de nutrientes minerais (como magnésio) e inibição da alongação radicular.

A inibição do crescimento radicular por toxicidade de alumínio poderá aumentar o risco de deficiência de fósforo em solos ácidos, a menos que outros fatores limitantes do crescimento (deficiência do magnésio, por exemplo) sejam dominantes, ou uma alta proporção do fósforo requerido seja provida por micorrizas.

Em solos minerais ácidos a toxicidade de alumínio pode inibir o crescimento radicular por limitar o suprimento de nutrientes e água em decorrência da deficiente penetração nos horizontes subsuperficiais ou pela mais baixa condutividade hidráulica radicular.

O mecanismo fisiológico e bioquímico dos efeitos tóxicos do alumínio na alongação celular ainda é pouco conhecido e é matéria controvertida. Sabe-se, entretanto, que a inibição da divisão celular no meristema apical da raiz é a pronta resposta ao tratamento com alumínio; a divisão celular, poderá ser retomada após algum tempo, porém permanecerá em baixas taxas

---

<sup>9</sup> Tirado de Marschener (1988)

em relação à sua ausência no meio. O alumínio pode ligar-se à superfície de células da rizoderme ou do cortex e, portanto, prejudicar a função da membrana plasmática. Comparado ao cálcio, o alumínio tem muito maior afinidade por certos fosfolipídios dessa membrana.

Há a hipótese de que, nas raízes, o primeiro alvo do alumínio é a coifa que *percebe o sinal do alumínio* similarmente ao que ocorre em relação à gravidade (geotropismo) ou no impedimento mecânico. O alumínio reduz a secreção de mucilagem nas células periféricas da coifa - estas células são fontes de reguladores endógenos da extensão radicular. A mucilagem parece ser requerida como um caminho para o transporte via apoplasto das substâncias sinalizadoras. Neste modelo, o cálcio funciona como um mediador do sinal em cadeia, e a secreção de mucilagem nas células periféricas da coifa está envolvida. Como o cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) é requerido no apoplasto para as funções secretoras das células da coifa, quando é substituído pelo alumínio reduz-se a secreção de mucilagem.

*Toxicidade relacionada à espécie de alumínio.* A fitotoxicidade do alumínio, mesmo a relacionada com a elongação radicular, diminui com o decréscimo da relação  $\text{Al}/\text{Al}$  complexado. As relações são menos claras, contudo, com respeito ao pH do solo ou da solução nutritiva. Isto não é apenas por causa do aumento dos teores totais de  $\text{H}^+$  e alumínio na solução com o decréscimo do pH; deve-se também a mudança simultânea da espécie do alumínio.

O alumínio liberado dos minerais para a solução do solo, sob condições ácidas, aparece principalmente na forma de  $\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}$  (ou, por conveniência,  $\text{Al}^{3+}$ ). Com o aumento do pH, produtos da hidrólise mononuclear são formados. Sob condições de elevada relação  $\text{OH}^-/\text{Al}$ , em solução polinuclear de hidroxila, espécies de alumínio como  $\text{AlOH}_4\text{Al}_{12}(\text{OH})_{24}(\text{H}_2\text{O})_{12}^{7+}$  (por conveniência,  $\text{Al}_{13}$ ) podem ser formadas, as quais são intermediárias na precipitação do  $\text{Al}(\text{OH})_3$ . Há resultados contraditórios sobre a toxicidade relativa das várias espécies monomoleculares de Al, exceto quanto a não fitotoxicidade do íon aluminato  $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ .

Uma alta fitotoxicidade é atribuída ao polinuclear  $\text{Al}_{13}$ , o qual pode se formar a pH 4,5, podendo levar a uma inesperada máxima inibição da taxa de elongação da raiz, nesse pH.

Convém salientar que algumas espécies de alumínio mononuclear associadas com ligações inorgânicas ( $\text{AlF}_2^+$ ,  $\text{AlF}_{2+}$  ou  $\text{AlSO}_4^+$  não são fitotóxicas. A não fitotoxicidade do  $\text{AlSO}_4^+$  é de particular importância prática. Por exemplo, a aplicação de gesso ( $\text{CaSO}_4$ ) em solos ácidos pode amenizar a fitotoxicidade do alumínio. Por isso, devido ao componente sulfato e à elevada solubilidade do gesso em relação ao calcário ( $\text{CaCO}_3$ ), gesso ou gesso associado a fertilizantes

fosfatados (por exemplo, superfosfato simples, comparado ao supertriplo) são mais recomendáveis para amenizar a acidez dos horizontes subsuperficiais do que o calcário. Outrossim, a diminuição da toxicidade do alumínio pela matéria orgânica é bem conhecida. Aplicações de mulching ou adubos verdes são, portanto, eficientes para amenizar a toxicidade do alumínio em solos ácidos. O ácido fúlvico é um dos compostos que efetivamente complexa alumínio e, por isso, minora a fitotoxicidade dos monômeros e polímeros de espécies de alumínio no crescimento radicular” (Marschener, 1988).

Há divergência quanto ao teor de alumínio trocável no solo que o torna tóxico às plantas. Para alguns cientistas esse teor não deve ultrapassar 0,50 cmol<sub>c</sub>/kg de solo; outros entendem que 1,0 Mg de alumínio assimilável já é tóxico à maioria dos vegetais.

## Efeitos dos Micronutrientes

“A característica comum a todos os micronutrientes é que são exigidos em quantidades muito pequenas; outrossim, são todos eles prejudiciais quando se encontram nos solos sob formas assimiláveis, em montantes superiores aos que poderão ser tolerados pelos vegetais ou pelos animais que os consomem. Assim, não é muito ampla a faixa de concentração desses elementos que possibilitará às plantas o crescimento satisfatório. Até mesmo as quantidades presentes sob condições naturais do solo são, em alguns casos, excessivas para o crescimento agrícola normal. Embora sejam necessárias quantidades algo maiores de outros micronutrientes toleráveis pelos vegetais, é essencial o controle sobre a sua disponibilidade no solo, para se manter o equilíbrio dos nutrientes” (Brady, 1988).

## SÍNTESE

Baseando-se em resultados experimentais divulgados por Costa (1993), Mota (1995), Ribeiro et al. (1995) e Reunião Técnica (1996), Souza (1997) apresenta as seguintes considerações sobre a importância das características e propriedades físicas e químicas dos solos coesos dos tabuleiros costeiros, do ponto de vista do seu uso, manejo e conservação:

- Os altos valores de densidade do solo (de até 1,73 kg.dm<sup>-3</sup>), associados à baixa porosidade total (ao redor de 0,30m<sup>3</sup>.m<sup>-3</sup>), à baixa macroporosidade (ao redor de 0,10 m<sup>3</sup>.m<sup>-3</sup>) e ao alto grau de dispersão de argila

em água (70 a 85% da argila total) causando obstrução dos poros, restringem a infiltração e a condutividade hidráulica do solo e, em consequência, prejudicam sua dinâmica no perfil, fazendo com que a água, nos períodos chuvosos, concentre-se nos horizontes superficiais; isto não apenas favorece a perda de água por evaporação como também possibilita a formação de enxurradas nas partes mais declivosas e, assim as perdas de água e solo por erosão. Enfim, o armazenamento de água no perfil é prejudicado;

- Por outro lado, as características abordadas no item anterior, associados à predominância das frações mais finas da areia total ( areia < 0,50 mm = 69 a 82% e areia < 0,25 mm = 44 a 56% da areia total), além de contribuir negativamente para a suscetibilidade à erosão, também reduzem a capacidade de aeração do solo;
- As características abordadas no item 1, associadas com a elevação da resistência do solo à penetração, ou em parte responsável pela manifestação desta, traduzem-se em um impedimento físico ao crescimento radicular em profundidade, prejudicado também pela baixa capacidade de aeração do solo;
- Além do abordado no item 1, o armazenamento de água no perfil é prejudicado também pelo fato de os solos em questão apresentarem baixos teores de matéria orgânica (ao redor de 10 g.kg<sup>-1</sup>) e argilas oxídicas (Fe e Al) e silicatadas do tipo 1:1 (caulinita), ambos os aspectos contribuindo para uma baixa retenção de água (Ug 0,03 MPa = 0,08 a 0,19 kg.kg<sup>-1</sup> e Ug 1,5 MPa=0,05 a 0,16 kg.kg<sup>-1</sup>) e uma restrita faixa de água disponível (0,05 kg.kg<sup>-1</sup>) principalmente nos horizontes superficiais (os limites inferiores das faixas de Ug a 0,03 MPa e a 15 MPa mencionadas referem-se a estes), onde se concentra a quase totalidade do sistema radicular das culturas;
- Os baixos teores de matéria orgânica associados aos baixos valores para a soma de bases (11 mmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup>), CTC (42 mmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup>) e, V (31%) e aos baixos teores de fósforo (4mg.kg<sup>-1</sup>), refletem um baixo suprimento em nutrientes;
- A pobreza em nutrientes e, principalmente, a alta saturação por alumínio, inclusive aumentando em profundidade e atingindo valores superiores a 50%, traduzem-se em um impedimento químico ao crescimento radicular em profundidade; e
- Por fim, o restrito crescimento radicular em profundidade, associado ao baixo armazenamento de água no perfil e ao baixo suprimento em

nutrientes, traduz-se numa baixa produtividade das culturas exploradas nesses solos”.

Historicamente, esses problemas têm sido mascarados em virtude da paisagem aparentemente favorável ao uso agrícola, representada por relevos planos a suave ondulados, solos profundos e pelo clima. No entanto, as vantagens atribuídas ao relevo pouco movimentado, à elevada profundidade real do solo e ao clima, deixam de existir nos solos coesos submetidos a longos períodos de déficit hídrico, devido não só ao impedimento à penetração das raízes (e conseqüente redução da profundidade efetiva do solo) como também à formação de zonas temporárias de encharcamento durante a estação chuvosa. A maioria dos solos onde estes processos ocorrem fica extremamente vulnerável ao regime climático, passando do estado excessivamente úmido, no período chuvoso, para o estado excessivamente seco, nos períodos de estiagem (Cintra et al., 1997).

## COMPORTAMENTO DE PLANTAS EM SOLOS COESOS

### ENSINAMENTOS A NATUREZA

#### **Relação floresta-solo – uma lição de harmonia**

“A mata Atlântica, cobertura original dos solos dos tabuleiros costeiros, constitui-se de uma floresta exuberante, composta de diversos extratos de comunidades vegetais, que tem uma relação de interdependência com o ecossistema, notadamente com o complexo edáfico. Do ponto de vista funcional, a exemplo de toda mata tropical, apresenta quatro componentes básicos: substâncias abióticas (águas, nutrientes, etc.); produtores (organismos autotróficos, tais como árvores, arbusto e ervas); consumidores (organismos heterotróficos, em sua maior proporção animais que ingerem vegetais e outros animais); e microconsumidores (incluindo-se bactérias, fungos, etc.) que agem na desintegração da matéria.

“Conjuntamente, vegetação e solo constituem um sistema no qual cada um dos elementos faz com que os nutrientes estejam em constante movimentação, indo de um para outro componente, constituindo assim o

ciclo de nutrientes, que possui duas áreas de estocagem: a biomassa e os primeiros centímetros do solo. Essa interação solo-vegetação é algo intrigante, consistindo na *grande contradição tropical: vegetação exuberante desenvolvida em solos pobres*. Como isso é possível? Que mecanismos existem no ecossistema florestal que permitem o crescimento de inúmeras espécies em solos ácidos e inférteis? E, contrariamente, não se consegue manter uma agricultura produtiva por muitos anos?

“No caso das florestas, admite-se a existência de forte interação solo-vegetação e da interrelação entre as diversas comunidades vegetais, como uma forma de comensalismo entre elas, *ajudando-se entre si*, com o conseqüente benefício para todo o ambiente, incluindo o solo, conforme dados a seguir : Na formação da floresta há uma diversidade muito grande de espécies, incluindo as chamadas pioneiras, que desaparecem com o tempo (poucos meses a vários anos) dando lugar às árvores definitivas. Pesquisadores entendem tratar-se de uma *missão* – a de fornecer condições (*preparar o terreno*) para o desenvolvimento da futura floresta. Neste caso, cada planta ou grupo de plantas tem uma função no sistema florestal em comum acordo com o solo. Por exemplo, o bredo-de-veado (*Phytolacca dioica*), imediatamente após as queimadas, nos pontos de maior concentração de cinzas (pH elevado, em torno de 7,5), vegetando com exclusividade nesse meio alcalino, cresce rapidamente, com vigor, e frutifica com abundância, atingindo uma altura máxima de 100 cm, completando seu ciclo de vida de apenas seis meses, quando deixa uma considerável biomassa para o solo, sobretudo com alto teor de potássio (5 a 10%). O objetivo dessa planta, portanto, seria a de reter potássio das cinzas, evitando a sua perda por lixiviação, fornecendo-o ao solo por meio da matéria orgânica oriunda de sua biomassa, propiciando condições para o desenvolvimento das espécies subseqüentes, com melhoria do solo. Trata-se de um caso de especialização nutricional, devendo existir diversas outras *missões*, tais como : solubilização de nutrientes; fenologia diferenciada; exploração de camadas distintas do solo; etc.. Quanto a este aspecto, a mata Atlântica apresenta árvores com frondosas sapopemas (grande raiz tabular que cerca a base do tronco), que indicam a sua condição de enraizamento pouco profundo, explorando a capa superficial do solo, convivendo com espécies de enraizamento profundo que, num maior volume de solo, absorvem os nutrientes dos horizontes inferiores, reciclando-os para as camadas superiores. Exemplos do primeiro caso : gameleira (*ficus spp*) e pau-paraíba (*Simaruba amara Aubl*); e do segundo caso: vinhático (*Plathymênia foliolosa Benth*) e sapucaia (*Lecythis spp*)” (Silva & Mendonça, 1998).

## **Agressão ao meio ambiente – uma lição de desarmonia**

“Na época de descobrimento do Brasil, a mata Atlântica cobria cerca de um milhão e cem mil quilômetros quadrados do território nacional. Atualmente não existe mais de 8% da área original, resultado dramático de uma ocupação de efeitos devastadores. Praticamente 500 anos de uma política de uso e ocupação do solo que fizeram dessa floresta tropical a mais arrasada do planeta. O desmatamento ocorreu, de modo geral, em duas direções principais, com finalidades distintas: para o estabelecimento de cultivos em sistemas de pousio em pequenas roças; e para a exploração da madeira, indiscriminada e criminosa, e subsequente transformação em pastos sujos e capoeiras, o que tem contribuído para o desaparecimento de importante espécies e para a degradação do solo.

“A atividade-fim foi, por muito tempo, a exploração da madeira, sem qualquer preocupação com o complexo ambiental, seqüenciada pela queima e implantação de pastagens, aproveitando a fertilização pela cinza por um período de 3 a 5 anos, após o qual os nutrientes decrescem a um nível de insustentabilidade da atividade pecuária. Nesse contexto, o solo é o principal recurso afetado, com a destruição de sua capa organo-mineral, adensamento de camadas e erosão laminar. Acrescente-se a invasão de ervas daninhas, resultando no encapoeiramento dos pastos pela falta de manejo e condições adversas à recuperação natural das gramíneas.

“Associado à derrubada da mata, em razão da grande quantidade de espécies não aproveitadas e restos de madeiras, é feita uma queima total que, se por um lado repõe parte da fertilidade que existia na biomassa florestal, pelo outro, causa danos à superfície do solo. Num primeiro momento, perturba o solo ao desagregar as partículas (mediante a destruição da matéria orgânica), facilitando os processos de erosão, o endurecimento laminar da superfície e o adensamento do subsolo pelo tamponamento de poros por iluviação de materiais finos dispersos. Por outro lado, os nutrientes adicionados ao solo, se não manejados eficientemente, perdem-se em pouco tempo, lixiviados com as águas de drenagem. Ademais, a queima ocasiona uma concentração de nutrientes na superfície do solo, podendo ocasionar efeitos danosos ao desenvolvimento das plantas, seja por problemas de pressão osmótica e/ou deficiência de micronutrientes, notadamente zinco e ferro, que se tornam insolúveis a pH elevado provocado por tal acúmulo de cinzas” (Silva & Mendonça, 1998).

A crescente ênfase mundial sobre agricultura sustentável está associada à convicção de que os recursos de terra são finitos, assim como aos crescentes e



generalizados problemas de degradação de solos e à necessidade de se preservar o recurso terra para uso de longo prazo. A degradação do solo se refere à redução de suas qualidades em relação à produtividade dos cultivos. É um processo complexo, no qual vários fatores naturais e/ou induzidos pelo homem contribuem para a perda da capacidade produtiva do sistema de produção agrícola. Enquanto os processos de degradação determinam as propriedades intrínsecas do solo, a produtividade do sistema de produção é determinada pela eficiência no seu uso e manejo, de acordo com os insumos não controláveis (como água de chuva e energia solar) e controláveis (como água de irrigação, fertilizantes, pesticidas, mão-de-obra e maquinaria) (Castro, 1996).

## EXEMPLOS COM PLANTAS CULTIVADAS

As plantas cítricas quando cultivadas em solos soltos e bem estruturados apresentam vigoroso sistema radicular. Há registro de raízes se aprofundando até 10,2 m e se estendendo até uma distância de aproximadamente 7,5 m do tronco (Jones & Embleton, 1973; Castle et al., 1993). Em solos de textura uniforme ao longo do perfil e sem impedimento à penetração, as raízes concentram-se nos 40 a 60 cm de profundidade (Rodríguez, 1980); esse desenvolvimento, entretanto, é seriamente prejudicado nos solos com camadas duras – tal como ocorre nos solos coesos dos tabuleiros (observação nossa) – onde as plantas geralmente exibem sistemas radiculares superficiais, devido à elevada resistência à penetração, insuficiência de oxigênio e elevados teores de dióxido de carbono (Dunahue, citado por Pace & Araújo, 1986).

Nenhuma característica do solo é mais importante para as plantas cítricas do que o armazenamento de água associado à boa drenagem (Jones & Embleton, 1973). Segundo esses autores, raramente são encontrados bons pomares com plantas crescendo em menos de 100 cm de solos bem drenados. Ao contrário de outras plantas frutíferas cujos frutos caem ao amadurecer, os frutos cítricos podem permanecer nas árvores por vários meses após atingirem a maturidade, sem prejuízo de perderem a qualidade (Smith, 1966). Assim, a manutenção de um bom nível de umidade no solo alarga esse período e mantém os frutos em melhores condições (Oliveira, 1991). A porosidade e a permeabilidade são, portanto, atributos edáficos a ser considerados quando da instalação de pomares cítricos.

Quando do transplântio das mudas do viveiro para o local definitivo, é prática comum, entre citricultores dos estados da Bahia e Sergipe, a extirpação da raiz principal das plantas, porque, segundo eles, “o *pião* (raiz principal) *enovela* (entorta) e a planta fica *nanica* (não se desenvolve), prejudicando a

produção e a produtividade”. É evidente que a extirpação da raiz principal é feita com a finalidade de contornar o efeito do impedimento físico imposto pelas camadas duras da subsuperfície e subsolo. Isto naturalmente provoca uma maior proliferação de raízes secundárias na camada mais solta da superfície do solo, conforme explicado anteriormente. Por outro lado, ao se extirpar a raiz principal elimina-se o papel de sua coifa, que é a de “puxa-lá” para baixo (geotropismo positivo), ramificando-se e aprofundando-se ao longo do perfil, aproveitando as reservas do subsolo.

De uma maneira geral, os pomares cítricos instalados nos tabuleiros costeiros têm vida útil de 10 a 12 anos (os da região Sudeste chegam, em média, a 25 anos) e não atingem produções superiores a uma caixa (200 frutos) por planta/ano.

O mamoeiro não se comporta bem em solos compactos e ou densos (Falaguasta, 1980; Manica, 1982). Seu crescimento é afetado devido principalmente à redução do volume do sistema radicular, agravando as deficiências hídricas nos períodos de estiagem. Por outro lado, nas estações chuvosas, o perfil reterá o fluxo de água permanecendo encharcado por algum tempo, provocando amarelecimento e queda prematura das folhas, redução da produção ou até mesmo morte das plantas.

Na Bahia, os plantios comerciais de mamão Formosa, por exemplo, têm vida útil de dois anos e meio e atingem produtividades médias em torno de 60 t/ha.

Para o maracujazeiro os solos devem ser profundos, razoavelmente férteis e bem drenados. Solos excessivamente pesados sujeitos a encharcamentos, não são indicados para essa cultura, pois, quando inundados temporariamente, favorecem o ataque de organismos que causam podridão das raízes, ocasionando o enfraquecimento das plantas (Ruggiero, 1980; Manica, 1981; Teixeira, 1994).

Nos tabuleiros costeiros, plantios comerciais de maracujá têm vida útil em torno de três anos e apresentam produtividades não superiores a 10, 16 e 12 t/ha, nos 1º, 2º e 3º anos, respectivamente (quando ocorre o definhamento precoce, de causa desconhecida, a vida útil é reduzida para um ano).

Uma das principais atividades agrícolas de utilização dos solos dos tabuleiros costeiros é a pecuária, desenvolvida, na maior parte das áreas, pelo sistema extensivo. À medida que a esse sistema de exploração associam-se práticas como queimadas, lotação animal acima do recomendado, falta de divisão de pastos, não reposição de nutrientes e preparo inadequado dos solos, verifica-se a degradação destes e, por conseqüência, das pastagens em muitas dessas áreas. Nas zonas de pecuária, com o passar dos anos, o piso das pastagens torna-se cada vez mais duro em conseqüência do pisoteio excessivo

dos animais, das queimadas desordenadas e da ação das chuvas torrenciais. As sementes das gramíneas encontram, a cada ano, maiores dificuldades para se fixar, as touceiras de capim tornam-se cada vez mais espaçadas, o piso dos pastos cada vez mais exposto, diminuindo gradativa e continuamente a capacidade de suporte das pastagens.

As culturas do eucalipto, café, pinha, graviola e macadâmia, são outros exemplos de cultivos perenes com sérios problemas de desenvolvimento, longevidade e produtividade em solos coesos inadequadamente manejados. Na Bahia, é comum a prática da subsolagem nos solos coesos dos tabuleiros costeiros a fim de garantir o êxito do reflorestamento com eucalipto, pois o subsolo duro dificulta o desenvolvimento radicular das plantas, inclusive deformando-os..

A cana-de-açúcar ocupa cerca de um milhão de hectares apenas no Nordeste brasileiro – englobando extensas áreas dos tabuleiros costeiros – com sérios problemas de manejo quanto à conservação e utilização de práticas agrícolas, resultando, geralmente, em baixas produtividades, que oscilam entre 40 e 50,0 t/ha em solos mal manejados e 90 a 100 t/ha em solo bem manejado

## MANEJO DOS SOLOS COESOS: PROBLEMAS E SOLUÇÕES

A ocupação dos solos dos tabuleiros costeiros, semelhantemente a que aconteceu na maioria das áreas agrícolas, ocorreu sem o devido respaldo da pesquisa, a qual, em muitos casos, tem estado a reboque das iniciativas e ações dos produtores rurais interessados no rendimento econômico de suas terras. Um exemplo disso é a mecanização agrícola voltada para o preparo do solo – que tem sido relegada a plano secundário pelas instituições de ensino e pesquisa envolvidas com o ecossistema dos tabuleiros. Por meio de “pacotes tecnológicos”, pesquisadores insistem nas recomendações tradicionais de manejo, particularmente quanto ao preparo dos solos coesos, praticado geralmente com máquinas e implementos agrícolas mal dimensionados e/ou mal regulados e/ou inadequados. A correção da acidez é outro exemplo, geralmente feita sem atingir os benefícios esperados nos horizontes subsuperficiais que, como se viu, são bastante problemáticos.

Devido aos repetidos insucessos em seus empreendimentos agrícolas – em função de informações inadequadas ou da falta de informação a respeito das técnicas que necessitam – produtores rurais aventuram-se em práticas

de manejo nem sempre apropriadas para a solução das limitações locais, contribuindo, involuntariamente, para degradação de seus solos.

Diante desses fatos, e da carência de tecnologia devidamente elaborada para os solos coesos dos tabuleiros costeiros, são apresentadas as propostas de manejo a seguir, ainda em fase embrionária de estudo, porém respaldadas em observações feitas *in loco* e em entrevistas com produtores rurais quando das várias excursões técnicas envolvendo profissionais de diferentes áreas da ciência do solo, realizadas com a finalidade de se conhecer melhor a problemática de tais solos.

### PREPARO DO SOLO PARA CULTURAS PERENES E SEMIPERENES

Com raras exceções, o preparo dos solos coesos tem sido feito com arados de aiveca e de disco e com grade aradora. O revolvimento do solo feito dessa maneira, de forma sistemática e intensa, além de proporcionar corte raso, geralmente transporta para a superfície material do horizonte coeso subjacente, geralmente mais argiloso, plástico e pegajoso, ácido, pobre em nutrientes, com baixa capacidade de troca catiônica, pouca agregação e rico em argila dispersa em água. Sob a ação da chuva, do sol e do trânsito intenso de máquinas e implementos agrícolas, o leito de semeadura e de raízes assim formado degrada-se continuamente, prejudicando cada vez mais a produção agrícola.

Outro fator negativo da inversão da leiva é a alteração da vida microbiana do solo: microorganismos que vivem em condições aeróbicas são enterrados, enquanto os de meio anaeróbico são expostos à superfície, resultando na morte dos mesmos com prejuízo inclusive, na decomposição da matéria orgânica.

Uma alternativa para contornar o problema da coesão é o uso de subsoladores. Trata-se de implementos de preparo profundo do solo cujos órgãos ativos são hastes, que não revolvem o solo, apenas removem-no, mantendo sua ordem natural. O rompimento por subsolagem dos horizontes e/ou camadas compactas e/ou densas resulta nos seguintes benefícios imediatos: aumento da macroporosidade e, portanto, da aeração do solo; diminuição da resistência do solo à penetração; aumento da drenagem interna, da taxa de infiltração e da infiltração acumulada; diminuição do encharcamento do solo e do deflúvio superficial em áreas planas ou com declives. Isto, indubitavelmente, favorece o crescimento e desenvolvimento das plantas e a atividade microbiana.

É importante associar a prática da subsolagem (feita nas linhas de plantio da cultura principal), com o plantio de leguminosas agressivas, cujas raízes sejam capazes de transpor as camadas coesas e com boa produção de massa verde para cobrir o solo. Tais plantas além da adubação verde e da ação

protetora da superfície do solo, possibilitam a formação de canais através das camadas duras, melhorando a circulação do ar e da água nos horizontes subsuperficiais; outrossim, incorporam matéria orgânica em profundidade, promovendo a agregação das partículas do solo, melhorando a estrutura das camadas densas.

Pesquisas relacionadas com a identificação, caracterização agrônômica e cinética de crescimento de leguminosas e gramíneas com elevado poder relativo de penetração de raízes em solos coesos vêm sendo realizadas na Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia (EAUFBA). Pela capacidade de penetrarem as camadas coesas do solo, o guandu (*Cajanus cajan* (L) Millsp), o feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L) Walp) e a crotalária juncea (*Crotalaria juncea* L.), por exemplo, foram considerados *subsoladores biológico* (Rezende s.d.; Sampaio et al. 1995; Barbosa, 1996; Carvalho, 2000).

No caso dos agricultores que não dispõem de recursos financeiros para a aquisição e/ou uso de subsoladores, recomenda-se um maior dimensionamento das covas de plantio quando da instalação de cultivos perenes e semiperenes em solos coesos (por exemplo, 80 cm x 80 cm x 80 cm) associado à colagem e adubação. Embora isto resulte em aumento de custo, provavelmente possibilitará maior desenvolvimento radicular e longevidade das culturas, com reflexo na produção.

## PREPARO DO SOLO PARA CULTURAS ANUAIS

No caso das culturas anuais, particularmente aquelas sob irrigação, devido ao uso amíúde de máquinas e implementos agrícolas, o cuidado quanto ao manejo dos solos coesos deve ser ainda maior, pelos riscos constantes de degradação da estrutura da camada arável.

“O cultivo, cada vez mais intensivo, introduz, na estrutura do solo, modificações (diminuição da macroporosidade) que alteram o movimento e a retenção de água, ar e calor, além de prejudicar a penetração e o desenvolvimento das raízes e acelerar os processos erosivos. Com a expansão da fronteira agrícola, utilização de várzeas para plantio e exploração de duas culturas anuais, estabelecidas em cronogramas de trabalho bem definidos e apertados, tem-se observado intensa movimentação de máquinas e equipamentos agrícolas para o manejo do solo e plantio. Outrossim, tem-se verificado um acréscimo indiscriminado de peso e de potência dos tratores utilizados devido à falta de critérios no dimensionamento e na seleção dos implementos e tratores por parte dos agricultores. Tais situações têm contribuído para o aumento de áreas com problemas de

compactação, particularmente naquelas onde os trabalhos com máquinas e implementos priorizam o rendimento operacional (ha/h) em detrimento do manejo adequado do solo.

Nos projetos de irrigação nas várzeas, os tabuleiros atendem aos requisitos de drenagem e irrigação, mas, de maneira geral, podem estar mal dimensionados e inadequados para os tipos, tamanho e peso de máquinas que estão trafegando nesses solos. Convém mencionar que, anualmente, a drenagem superficial tem diminuído e o teor de umidade do solo para trabalhos com máquinas, aumentado, dificultando as operações de preparo do solo devido à baixa eficiência de tração causada pela alta percentagem de patinação de tratores. Para compensar isso e para que estes possam desenvolver uma velocidade operacional adequada, tratores de grande potência e pesos são utilizados. Grande parte dessa potência está sendo desperdiçada na roda pela patinação, e o aumento de peso está contribuindo para a depreciação do solo. Além disso, nas operações de colheita e transporte do produto, colheitadeiras e caminhões trafegam com elevadas cargas em solos com umidade alta, degradando-os” (Mantovani, 1988).

A substituição dos arados de disco, de aiveca e grade aradora por implementos de hastes, como, por exemplo, escarificadores, provavelmente seja uma boa opção para o preparo dos solos coesos destinados às culturas de ciclo curto. O fato é que, para os solos coesos do ecossistema dos tabuleiros costeiros, em qualquer das situações consideradas (culturas perenes, semiperenes e de ciclo curto) as práticas de mecanização agrícola exigem maior atenção dos estudiosos do assunto.

## CORREÇÃO DA ACIDEZ DO SOLO

Quanto à acidez do solo, foi mostrado que sua influência sobre as plantas é indireta manifestando-se pelos efeitos tóxicos do alumínio e manganês solúveis e pela redução na disponibilidade de nutrientes do meio. Para Haynes (1970) e Comissão Estadual de Fertilidade do Solo (1989), a presença de alumínio solúvel retarda a penetração das raízes no solo porque a carga tripla dessa íon tem efeito tóxico sobre as membranas expostas na ponta das mesmas, sendo capaz de causar precipitações no protoplasma quando presente em quantidades excessivas.

A maioria das plantas, a exemplo do mamoeiro e dos citros, é sensível à acidez do solo. Outrossim, os citros são bastante exigentes em magnésio e especialmente em cálcio (Smith, 1966; Rodriguez, 1980). Sua exigência em cálcio é de tal ordem que Gallo et al. (1960) e Hiroce (1982) encontraram

em análise foliar teores mais elevados desse elemento do que os de nitrogênio. São, portanto plantas calcífilas.

A calagem, além de elevar o pH, neutraliza ou reduz os efeitos tóxicos do alumínio e micronutrientes e eleva os teores de cálcio e magnésio, melhorando o ambiente para o desenvolvimento radicular e atividade de microorganismos e proporcionando maiores absorção e resistência das plantas ao estresse hídrico.

Sabendo-se que o alumínio trocável em níveis tóxicos para as plantas é particularmente importante quando localizado em camadas mais profundas do solo, onde sua neutralização se torna mais difícil e onerosa, recomenda-se o gesso agrícola como auxiliar da correção da acidez. Sua ação se deve ao favorecimento do excesso de ânions  $\text{SO}_4^{2-}$  que proporciona maior movimentação dos íons cálcio e magnésio para as camadas mais profundas do solo, havendo a neutralização gradual do alumínio trocável ao longo do perfil. A sua aplicação é feita junto com a do calcário, substituindo-se parte deste (recomenda-se 25% do CaO) pelo gesso (Raij, 1988).

## MANEJO DOS ADUBOS E DA ÁGUA

Considerando-se a dificuldade técnica de manter nos solos de baixa capacidade de troca uma quantidade adequada (e equilibrada) de nutrientes e de água, recomendam-se maiores estudos sobre fontes, doses e épocas de aplicação de fertilizantes e sobre o manejo da água. Quanto aos adubos, tudo leva a crer que o uso de fontes menos solúveis de fertilizantes associadas às mais solúveis oferece maiores vantagens. Para maiores informações sobre o assunto recomenda-se o trabalho de Haynes (1970).

*Resumindo*, entende-se que o corte profundo do solo feito pelas hastes subsoladoras e/ou escarificadoras (sem os inconvenientes da inversão da leiva), associado ao uso de plantas rompedoras, correção do alumínio trocável em profundidade e adubação adequada, minimizarão os efeitos negativos dos impedimentos físico e químicos dos solos coesos dos tabuleiros costeiros, facilitando a exploração de um maior volume de solos pelas raízes das plantas e a atividade microbiana; conseqüentemente, devido ao maior aproveitamento da água, oxigênio, energia e nutrientes disponíveis, resultarão, além da sustentabilidade do ecossistema (impacto ambiental), plantas mais vigorosas, longevas e produtivas, possibilitando maior oferta de alimentos (impacto social) com menor relação custo/benefício (impacto econômico).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

### PESQUISAS PRIORITÁRIAS

Ultimamente, representantes de dezenas de instituições de ensino, pesquisa e extensão do País, após sucessivas excursões técnicas programadas com o objetivo de avaliar “in loco” juntamente com produtores rurais, os principais problemas dos solos coesos dos tabuleiros costeiros e suas relações com a produção agrícola, têm-se reunido periodicamente, a fim de identificarem demandas de pesquisa e proporem ações e métodos que possibilitem melhor compreensão e solução dos problemas inerentes aos mesmos. As demandas e ações sugeridas encontram-se publicadas nos Anais da 1a. Reunião Técnica Sobre Solos Coesos dos Tabuleiros Costeiros (1966) e em documentos apresentados e discutidos em reuniões subseqüentes (Cunha, 1998; Rezende, 1998; Souza, 1998).

Em consonância com o elenco das demandas de pesquisa levantadas, encontram-se na literatura científica trabalhos com solos coesos dos tabuleiros, resultantes de ações isoladas, com informações bastante promissoras (Souza, 1997):

- Utilização de plantas melhoradoras do solo, rompedoras da camada coesa como: feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), feijão caupi (*Vigna unguiculata*), guandu (*Cajanus cajan*), mucuna preta (*Stizolobium aterrimum*) e outras, isoladamente ou associadas à subsolagem a 50 cm de profundidade (Santos, 1992; Nacif, 1994, Oliveira, 1995; Sampaio, 1995; Barbosa, 1996; Carvalho et al., 1996).
- Tratamento do solo com mistura de calcário dolomítico + gesso agrícola, para corrigir a alta saturação por alumínio em profundidade (Oliveira, 1995);
- Outras práticas de manejo do solo, buscando sempre a redução do cultivo ao mínimo (Cintra et al., 1983; Carvalho et al., 1988; Souza et al., 1994);
- Avaliação de alterações em propriedades do solo em função do manejo (Santos, 1992; Borges, 1993; Souza & Carvalho, 1994; Souza & Carvalho, 1995; Barbosa, 1996);
- Estudos de adubação (julgou-se desnecessário citar fontes bibliográficas por ser de pesquisa já amplamente explorada na região de ocorrência dos solos coesos)”.



- Apesar disso, entre os pesquisadores que se reúnem para tratar especificamente dos problemas dos solos coesos dos tabuleiros costeiros, é consensual a necessidade de uma ação interinstitucional e interdisciplinar para o estudo sistemático e solução dos problemas inerentes a esses solos. No que concerne ao uso manejo e conservação, entende-se que as ações de pesquisa devem contemplar, prioritariamente, os seguintes aspectos:
- Melhoria do crescimento radicular em profundidade buscando aumentar a superfície de absorção de nutrientes e, principalmente, de águas pelas plantas, neste caso para minimizar os efeitos das freqüentes estiagens verificadas em grande parte da região de ocorrência desses solos. Para tanto, devem ser superados os problemas de impedimento físico e químico ao crescimento radicular em profundidade, que tais solos apresentam;
- Melhoria da dinâmica e do armazenamento da água no perfil, para minimizar o constante déficit hídrico a que estão sujeitas as culturas exploradas em tais solos, em função do regime hídrico a que os mesmos estão submetidos. Basicamente, deve ser superado o impedimento que a camada coesa representa na dinâmica da água no perfil do solo;
- Melhoria das propriedades químicas do solo, por meio da calagem, gessagem e adubação, visando a diminuir a saturação por alumínio e aumentar o suprimento de nutrientes.

## PAUSA PARA MEDITAÇÃO

“Durante as últimas décadas a produção de alimentos aumentou a uma taxa ligeiramente mais rápida do que a população nos países deficientes de alimentos, graças a uma série de fatores entre os quais – predominante nos sistemas de produção agrícola – o desenvolvimento e adoção de variedades altamente produtivas de diversos cultivos com práticas agrônômicas melhoradas. Muitas dessas variedades foram selecionadas pelas suas habilidades para produzirem altos rendimentos, em condições adequadas de solo e água.

“O manejo destinado à eliminação dos fatores limitantes do solo por meio da aplicação de quantidades necessárias de insumos pode ser considerado como *tecnologia de altos insumos*. Seu conceito básico é o de ajustar o solo às demandas da planta. Neste caso, o elevado suprimento de insumos é amplamente responsável pelos níveis atuais de produção de alimentos no mundo e, indubitavelmente, deve continuar onde as condições econômicas o permitam. Sua aplicabilidade diminuiu, entretanto, em terras marginais, onde os fatores

limitantes do solo e água não podem ser facilmente reduzidos a baixo custo.

“A elevação dos preços dos produtos derivados do petróleo desde 1973, e que continuam atualmente, tem limitado ainda mais a factibilidade econômica de tecnologia de manejo de solos baseadas no uso intensivo de insumos comprados, particularmente por agricultores de recursos limitados. Por isso, muitos esforços na América Latina têm sido direcionados para o desenvolvimento de uma *tecnologia de baixos insumos* para o manejo dos solos – a qual não trata de eliminar o uso de fertilizantes e/ ou corretivos e sim de maximizar a eficiência no uso de insumos e emprega-los conjuntamente a uma série de práticas agrícolas.

“A *chave* do manejo eficiente da fertilidade do solo, diminuindo o uso de insumos externos, consiste em: sincronizar a demanda de nutrientes do cultivo com as taxas de liberação dos mesmos; o uso de germoplasmas adaptados às condições locais; a promoção de reciclagem de nutrientes com o manejo adequado dos resíduos das colheitas; o uso de sistemas de cultivos conservacionistas; o uso de adubos verdes e a rotação de cultivos. Em síntese, a preocupação principal é reduzir os custos dos insumos externos e aumentar o uso eficiente dos insumos disponíveis *in situ*.

“A tecnologia de baixos insumos para o manejo dos solos está baseada em três princípios essenciais: adaptação das plantas aos fatores edáficos limitantes, em vez da eliminação de ditos fatores para satisfazer os requerimentos das plantas; a maximização da produção por unidade de fertilizante químico aplicado; e o uso vantajoso dos atributos favoráveis do solo. É necessário enfatizar que não se contempla a eliminação do uso de fertilizantes. O conceito básico da tecnologia de baixos insumos para o manejo dos solos é dar o uso mais eficiente aos insumos adquiridos, semeando espécies ou variedades que sejam mais tolerantes aos fatores limitantes existentes no solo e, desta forma, diminuir as taxas de aplicação de fertilizantes, para obter uma produção razoavelmente econômica e não necessariamente a máxima, fisiológica e economicamente.

“É evidente que os sistemas de manejo de solos de altos insumos agronomicamente viáveis produzem quase invariavelmente rendimentos mais altos do que os de baixo insumos, por várias razões: quando se eliminam os fatores limitantes edáficos por meio de fertilização, calagem e irrigação, é possível utilizar espécies e variedades que apresentam maior rendimento potencial absoluto que as variedades tolerantes às limitações edáficas. A razão dessa diferença é muito simples: os fitomelhoradores têm-se concentrado tradicionalmente no aumento do rendimento potencial na ausência de fatores edáficos limitantes. O melhoramento genético para combinar os distintos atributos do alto rendimento com a tolerância à certas limitações do solo é, ainda, incipiente.

“ É necessário intensificar o trabalho conjunto entre os fitomelhoradores e os cientistas de solos. O benefício poderia ser tão importante como os esforços exitosos dos fitomelhoradores com os fitopatologistas e entomologistas quanto ao melhoramento da resistência às pragas e enfermidades. Por conseqüência, o efeito pode ser ainda maior, pois as variedades tolerantes e as limitações edáficas podem ter um espectro de tempo útil mais prolongado que as variedades tolerantes apenas às enfermidades e/ ou insetos” (Castro, 1996).

## LITERATURA CONSULTADA

AGUIAR NETO, A. de O.; NACIF, P.G.S.; REZENDE, J. de O. Caracterização morfológica e físico-hídrica de solos representativos do recôncavo baiano. I - Determinação da capacidade de campo “in situ” e suas relações com dados obtidos em laboratório. Cruz das Almas: UFBA-BA, 1988. 59p.

BARBOSA, M.F. Alterações na estrutura de um Latossolo Amarelo álico coeso provocadas pelas leguminosas guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) e mucuna preta (*Stizolobium aterrimum* Piper e Tracy) no município de Cruz das Almas - BA. Salvador, BA: Universidade Federal da Bahia/Instituto de Geociências, 1996. 61p. Dissertação Mestrado.

BARLEY, K.P. The effects of mechanical stress on the growth of roots. *J. Exp. Botany*, v.13, p.95-110, 1962.

BARLEY, K.P.; GREACEN, E.L. Mechanical resistance as a soil factor influencing the growth of roots and underground shoots. *Advances in Agronomy*, New York v. 19, p. 1-43, 1967.

BORGES, A.L. Alteração das propriedades de um Latossolo Amarelo de Cruz das Almas, Bahia, pelo cultivo com frutíferas perenes e mandioca. Piracicaba, SP: ESALQ, 1993. 161p. Tese Doutorado.

BRADY, N.C. *Natureza e Propriedades do Solo*. 7ed. Rio de Janeiro: Livraria Freitas Bastos, 1989. 877p.

CAMARGO, O.A. de; ALLEONI, L.R.F. Compactação do Solo e o Desenvolvimento das Plantas. Piracicaba, SP: O.A. Carmago, L.R.F. Alleoni, 1997. 132p.

CARVALHO, J.E.B. de; SOUZA, L. da S.; SOUZA, L.D.; CALDAS, R.C.; RAMOS, W.F.; COSTA NETO, A. de O. ; ARAUJO, A.M. de A.; LOPES, L.C. Manejo do solo no controle integrado de plantas daninhas em citros. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., 1996. Águas de Lindóia, SP. Resumos expandidos... Águas de Lindóia, SP: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996.

CARVALHO, S. R. L. de. Identificação, caracterização agrônômica e cinética de crescimento de leguminosas e gramíneas com alto poder relativo de penetração de raízes (PRPR) em solos coesos dos tabuleiros costeiros do Recôncavo Baiano. Cruz das Almas, BA. Universidade Federal da Bahia, Escola de Agronomia: 2000. 113p. Dissertação Mestrado.

CASTLE, W.S.; TUCKER, D.P.H.; KREZDORN, A.H.; YOUTSEY, C.D. Rootstocks for Florida Citrus. Gainesville: University of Florida, 1993. 92p.

CASTRO, J.G.S. La fertilidad del suelo como factor limitante en la productividad de los cultivos en América Latina. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., 1996. Águas de Lindóia, SP. Anais. Águas de Lindóia, SP: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996.

CASTRO, S. A Carta de Pero Vaz de Caminha. O Descobrimento do Brasil. Porto Alegre: Coleção Descobertas L & PM, 1996. 136 p.

CASTRO, T.A.P. Efeitos da luz no crescimento e desenvolvimento de plantas. In: Curso de Produção de Caupi, 1., Goiania (GO): EMBRAPA/CNPAF/IITA, 1982. 23p.

CINTRA, F.L.D.; COELHO, Y. da S.; CUNHA SOBRINHO, A.P. da; PASSOS, O.S. Caracterização física do solo submetido à prática de manejo em pomar de laranja Baianinha. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.18, n.2, p.173-179, 1983.

CINTRA, F.L.D.; LIBARDI, P.L.; SILVA, A.P. da. Tabuleiros Costeiros do Nordeste do Brasil: Uma análise dos efeitos do regime hídrico e da presença de camadas coesas dos solos. B. Inf. da SBCS, Campinas, n.18, p.81-95, 1997.

COMISSÃO ESTADUAL DE FERTILIDADE DO SOLO Manual de adubação e calagem para o Estado da Bahia. 2ed. Salvador, BA: CEPLAC/EMATERBA/EMBRAPA/EPABA/NITROFÉRTIL, 1989. 173p.

COSTA, M.A.P. de C. Condução e retenção de água em Latossolo Amarelo álico coeso do Recôncavo Baiano. Cruz das Almas, BA: UFBA, 1993. 125p. Dissertação Mestrado.

CUNHA, M.A.P. da. Projeto Tabuleiro: Pesquisa e Desenvolvimento em Fitotecnia. In: REUNIÃO PARA IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO TABULEIRO, 1998. Aracaju, SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 1998. s.p.

CURI, N.; LARACH, J.O.T.; KAMPF, N.; MONIZ, A.C; FONTES, L.E.F coord. Vocabulário da ciência do solo. Campinas, SP: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983. 89p.

CUTTER, E. G. Anatomia Vegetal. Tradução Gabriela Vera Maria Caruso Catena. 2.ed, São Paulo: Rocca, 1986. 304. P

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classifica-

ção de Solos. Brasília : Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999.412p.:il.

ENCICLOPÉDIA CONHECER. Em cada semente uma planta. São Paulo: Victor Civita (ed).Abril S.A. Cultural e Industrial, p186-187, v 2, 1973.

ESAU, K. Anatomia das Plantas com Sementes. Tradução Berta Lange de Morretes. São Paulo: Edgard Blucher, 1988. 293 p.

FALAGUASTA, V. de P. Exigências climáticas da cultura do mamão. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MAMOEIRO, 1980. Jaboticabal. Resumos... Jaboticabal: FCAV, 1980. p.99-102.

GALLO, J.R.; MOREIRA, S.; RODRIGUEZ, O.; FRAGA JUNIOR., C.G. Influência da variedade e do porta-enxerto na composição mineral das folhas de citros. *Bragantia*, Campinas, v.19, p.307-318, 1960.

GLÓRIA, B.A. Organografia Vegetal. Piracicaba, São Paulo: Centro Acadêmico "Luiz de Queiroz", 1995, 107p.

GROHMANN, F. Compacidade. In: MONIZ, A.C. coord.. Elementos de Pedologia. São Paulo, SP: Polígono, 1972. cap. 8, p.93-94.

HAYNES, J.L. Uso agrícola dos tabuleiros costeiros do Nordeste do Brasil. Um exame das pesquisas. Recife: SUDENE, 1970. 139p.

HIROCE, R. Fatores que afetam a composição mineral de citros. In: CICLO DE PALESTRAS TÉCNICAS SOBRE CITRICULTURA, 4, 1980-1982. Cordeirópolis, SP. Anais. Planta Cítrica, Cordeirópolis, SP: E.E. Limeira, 1982. n.p.

JACOMINE, P.K.T. Distribuição geográfica, características e classificação dos solos coesos dos tabuleiros costeiros. In: REUNIÃO TÉCNICA SOBRE SOLOS COESOS DOS TABULEIROS COSTEIROS, 1996. Cruz das Almas, BA: Anais... Aracaju-SE: EMBRAPA-CPATC, EMBRAPA-CNPMP/EAUFBA/IGUFBA, 1996. 80p.

JONES, W.W., EMBLETON, T.W. Soils, soil management, and cover crops. In: REUTHER, W. The Citrus Industry. Berkeley: University of California. 1993. v.3, p.98-121.

KRAMER, P.J. Plant and soil water relationship: a modern synthesis. New York: Mac Graw-Hill, 1969. 482p.

LAROCHE, F.A. Atividades da SUDENE em solos de tabuleiros costeiros no ano de 1962. Recife: SUDENE, 1967, 9p.

LETEY, J.; STOLZY, L.H.; BLANCK, C.B.; VALORAS, N.; SZUSZKIEWICZ, T.E. Influence of soil oxygen on growth and mineral concentration of barley. *Agronomy Journal*, Madison, n.54, p.538-540, 1962.

MALAVOLTA, E. Fertilizantes e seu impacto ambiental. Metais pesados mistos, mistificação e fatos. São Paulo: ProduQuímica, 1994. 153p.

MANICA, I. Fruticultura Tropical - 1 - Maracujá. São Paulo. Agr. Ceres, 1981. 151p.

MANICA, III. Fruticultura Tropical - 3 - Mamão. São Paulo. Agr. Ceres, 1982. p.

MANTOVANI, E. C. Compactação do solo. São Carlos, S P: Escuela Latinoamericana de Física de Suelo. São Carlos, São Paulo: EMBRAPA – UAPDIA, 1988. n.p.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 2ed. San Diego (CA): Academic Press Inc., 1988. 889p.

MOTA, P.P. Variação do percentual total da água em um Latossolo Amarelo álico coeso ao longo do tempo e em diferentes sistemas de preparo. Cruz das Almas, BA: Universidade Federal da Bahia/Escola de Agronomia, 1995. 62p. Dissertação Mestrado.

NACIF, P.G.S. Efeitos da subsolagem em propriedades físico-hídricas de um latossolo amarelo álico coeso, representativo do Recôncavo Baiano. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1994. 75p. Tese Mestrado.

OLIVEIRA, L.B. de; MELO, V. de. Caracterização físico-hídrica do solo. I. Unidade Itapirema. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Rio de Janeiro, n.5, p.35-48, 1970.

OLIVEIRA, L.B. de; MELO, V. de. Caracterização físico-hídrica do solo. II. Unidade Utinga (Latosolo Vermelho Amarelo, distrófico). Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.3, n.13, p.67-81, 1978.

OLIVEIRA, J.B. de. Solos para citros. In: RODRIGUEZ, O.; VIEGAS, F.; POMPEU JÚNIOR. ed. Citricultura brasileira. Campinas, SP: Fundação Cargill, 1991. v.1, p.196-227.

OLIVEIRA, J.B. de.; JACOMINE, P.K.T.; CAMARGO, M.N. Classes gerais de solos do Brasil: guia auxiliar para seu reconhecimento. 2ed. Jaboticabal, FUNEP, 1992. 201p.

OLIVEIRA, R. de C.C. de. Comportamento do mamoeiro (*Carica papaya* L.) em Latossolo Amarelo álico coeso submetido à subsolagem e à correção da acidez com calcário dolomítico + gesso agrícola. Cruz das Almas, BA: Universidade Federal da Bahia/Escola de Agronomia. 1995. 76p. Dissertação Mestrado.

PACE, C.A.M.; ARAUJO, C.M. Estudo da distribuição do sistema radicular de porta-enxertos cítricos em solos podzólicos e sua relação com a formação das copas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 8., Brasília, DF. Anais... Brasília, DF: EMBRAPA-DDT/CNPq, 1986. p.199-205.

PAIVA, A. de Q. Dinâmica da água em uma topossequência de solos de tabuleiros do Estado da Bahia e sua implicação no crescimento da laranjeira. Viçosa, MG: UFV, 1997. 74p. Tese Mestrado.

QUINTAS, G.G.S. Aspectos geológicos e condições hidro-geográficas da zona nordestina dos tabuleiros costeiros. In: HAYNES, J.L. Uso agrícola dos tabuleiros costeiros do Nordeste do Brasil. Um exame das pesquisas. Recife: SUDENE, 1970. p.99-114.

RAIJ, B. van. Gesso agrícola na melhoria do ambiente radicular do subsolo. São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos e Corretivos Agrícolas, 1988.

REUNIÃO TÉCNICA SOBRE SOLOS COESOS DOS TABULEIROS COSTEIROS, 1., 1996. Cruz das Almas, BA/Aracaju-SE. Guia de excursão. Cruz das Almas, BA/Aracaju-SE: EAUFBA/IGUFBA/EMBRAPA-CNPMPF/EMBRAPA-CPATC. 1996. 41p.

REZENDE, J. de O. Compactação e adensamento do solo: métodos para avaliação e práticas agrícolas recomendadas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., 1977, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro, RJ: SBSCS, 1997. CD-ROM.

REZENDE, J. de O. Proposta de ação apresentada ao grupo de trabalho de natureza interdisciplinar e interinstitucional constituído para o estudo sistemático dos tabuleiros costeiros. In: REUNIÃO PARA IMPLANTAÇÃO DO PROJETO TABULEIRO, 1998. Aracaju, SE, Embrapa Tabuleiros Costeiros, 1998, s.p.

RIBEIRO, L.P.; SANTOS, D.M.B.; LIMA NETO, I. de A.; SOUZA NETO, L.R. de; BARBOSA, M.F.; CUNHA, T.J.F. Levantamento detalhado dos solos, capacidade de uso e classificação de terras para irrigação da Estação de Plasticultura da Universidade Federal da Bahia/Politeno em Cruz das Almas, BA Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v.19, n.1, p.105-113, 1995.

RIBEIRO, L.P. Os Latossolos Amarelos do Recôncavo Baiano: Gênese, Evolução e Degradação. Salvador; BA: SEPLANTEC, CADCT, 98 p. 1998.

RODRIGUEZ, O. Nutrição e adubação dos citros. In: RODRIGUEZ, O.; VIEGAS, F.; POMPEU JUNIOR. Ed. Citricultura brasileira. Campinas, SP: Fundação Cargill, 1980. v.1, 739p.

RUGGIERO, C. Cultura do Maracujazeiro. Campinas, SP: Fundação Cargill, 1990. V.1., 739p.

RUSSEL, R.S. Plant root-systems. Their function and interation with the soil. In: RUSSEL, R.S.; IGUE, K.; MEHTA, Y.R. The soil/root system in relation to the Brazilian Agriculture. Londrina, PR: IAPAR, 1981. p.3-19.

SAMPAIO, C.B.V. Utilização do milho (*Zea mays* L.) e feijão caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) como plantas indicadoras dos efeitos das subsolagens mecânica e biológica num Latossolo Amarelo. Cruz das Almas, BA: Universidade Federal da Bahia/Escola de Agronomia, 1995. 73p. Dissertação Mestrado.

SAMPAIO, C.B.V.; REZENDE, J de O.; SAMPAIO, L. S. de V. . Utilização do feijão caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) como planta indicadora dos efeitos das subsolagens mecânica e biológica num Latossolo Amarelo álico coeso representativo do Nordeste Brasileiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., 1995, Viçosa (MG). Resumos expandidos... Viçosa: SBCS, 1995, v. 4 p. 2139.

SANTOS, A.M.S.; REZENDE, J. de O. Caracterização química e físico-hídrica de um solo Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico representativo do Recôncavo Baiano. Cruz das Almas, BA: UFBA. Escola de Agronomia, 1989. s.p.

SANTOS, D.M.B. Efeitos da subsolagem mecânica sobre a estrutura de um solo de “tabuleiro” (Latossolo Amarelo álico coesos) no município de Cruz das Almas - Bahia (Caso 2). Salvador, BA: Universidade Federal da Bahia/Instituto de Geociências. 1992. 87p. Dissertação Mestrado.

SILVA, F.B.R.; RICHE, G.R.; TONNEAU, J.P.; SOUZA NETO, N.C. de; BRITO, L.T. de L.; CORREIA, R.C.; CAVALCANTI, A.C.; SILVA, F.H.B.B. da; SILVA, A.B. da; ARAUJO FILHO, J.C. de. Zoneamento Agroecológico do Nordeste: diagnóstico do quadro natural e agrossocioeconômico. Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA/Recife, EMBRAPA-CNPS. Coordenadoria Regional Nordeste, 1993. 2v. il.

SILVA, L.F.da; MENDONÇA, J. R. Mata Atlântica: interação ambiental e deterioração do ecossistema. Espesiaría, Ilhéus: UESC/Editus, v. 1, n. 2, 1998.

SMITH, P.F. Citrus nutrition. In: CHILDERS, N.F. ed. Temperate to tropical fruit nutrition. New Jersey: Somerset Press, 1966. p.174-207.

SOARES NETO, J. P. Avaliação dos limites de consistência, curvas de compactação, resistência à penetração, porosidade, condutividade hidráulica saturada e retenção, armazenamento e disponibilidade de água de solos coesos de tabuleiros costeiros do Estado da Bahia. Cruz das Almas (BA): Universidade Federal da Bahia/Escola de Agronomia, 1999, 79 p. Dissertação Mestrado.

SOJKA, R.E.; STOLZY, L.H. Soil-oxygen effects on stomatal response. Soil Science, Baltimore, n.130, p.350-358, 1980.

SOUZA, L. da S.; CARVALHO, F.L.C.; CALDAS, R.C.; MATTOS, P.L.P. de. Efeito da profundidade de lavração da cultura de mandioca. I. Componentes de rendimento. Revista Brasileira de Mandioca, Cruz das Almas, v.13, n.2, p.137-146, 1994.

SOUZA, L. da S.; CARVALHO, F.L.C. Efeito da profundidade de lavração na cultura da mandioca. II. Alterações em propriedades do solo. Revista Brasileira de



Mandioca. Cruz das Almas, v.14, n.2, p.147-156, 1994.

SOUZA, L. da S.; CARVALHO, F.L.C. Alterações em propriedades físicas e químicas do solo causadas por sistema de preparo em mandioca. Revista Brasileira de mandioca. Cruz das Almas, v.14, n.1/2, p.39-50, 1995.

SOUZA, L. da S. Aspectos sobre o uso e manejo dos solos coesos dos tabuleiros costeiros. B.Inf. da SBCS, Campinas, v.22, n.1, p.34-39, 1997.

SOUZA, L. da S. Demandas de pesquisa nas áreas de Física, Química, Biologia, Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas. In: REUNIÃO PARA IMPLANTAÇÃO DO PROJETO TABULEIRO, 1998. Aracaju, SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 1998. s.p.

TEIXEIRA, C. G. Cultura do maracujá. Campinas, SP 1 : ITAL. 1994.

TINKER, P.B. Root distribution and nutrient uptake. In: RUSSEL, R.S.; IGUE, K.; MEHTA, Y.R. The soil/root system in relation to Brazilian Agriculture. Londrina, PR: IAPAR, 1981. p.115-136.

WIERSUN, L.K. Some experiences in soil aeration measurement and relationship to depth of rooting. Neth. J. Agr. Sci., n.8, p. 245 – 246, 1960.

WIERSUN, L.K. The relationship of the size and structural rigidity of pores to their penetration by roots. Plant and Soil, n.9, p.75-85, 1957.



# PERSPECTIVAS DE USO DOS SOLOS DOS TABULEIROS COSTEIROS

Luciano da Silva Souza<sup>1</sup>, Ana Lúcia Borges<sup>1</sup>, Fernando Luiz Dultra Cintra<sup>2</sup>, Laercio Duarte Souza<sup>1</sup> e Walane Maria Pereira de Mello Ivo<sup>3</sup>.

## RESUMO

O ecossistema dos Tabuleiros Costeiros se estende desde o Amapá até o Rio de Janeiro ocupando, apenas na Região Nordeste, cerca de 10 milhões de hectares, correspondendo a 10% da área total dos Estados da Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará. A região de ocorrência dos tabuleiros destaca-se pela significativa importância econômica e social, como consequência da elevada densidade demográfica e participação no PIB gerado pelas culturas temporárias e permanentes, as quais apresentam enorme capacidade atual e potencial para a produção de alimentos, principalmente fruticultura (laranja, limão, mamão, graviola, banana, abacaxi, maracujá, acerola, goiaba, coco-da-baía e outras). Esse ecossistema apresenta grande potencialidade para uso agrícola, devido à topografia plana a suave ondulada, que favorece a mecanização, e ao grande mercado consumidor que os centros urbanos, localizados nos tabuleiros, representam, não obstante alguns problemas, entre os quais destacam-se os baixos teores de nutrientes nos solos e a presença de camadas coesas em grande parte dos solos de tabuleiro, responsáveis pelo impedimento físico à penetração das raízes e ao movimento de água no perfil. Nesse trabalho inicialmente são abordados os tipos de solos de tabuleiro, suas limitações agrícolas e a relação destas com o uso e manejo; em seguida são apresentados dados que refletem o regime hídrico do clima e do solo no ecossistema, como também dados de estrutura agrária, ocupação atual, produção agrícola e demandas de mercado e analisados aspectos relativos às agriculturas anual ou bianual, permanente, de sequeiro e irrigada, sempre buscando avaliar as perspectivas de uso dos solos e levantar as demandas de pesquisas necessárias para o uso eficiente do ecossistema. A reflexão sobre esses temas, permitiram extrair as seguintes considerações finais: 1) os problemas envolvidos com o suprimento de água para

---

<sup>1</sup> Embrapa Mandioca e Fruticultura. Cruz das Almas/BA. <sup>2</sup> Embrapa Tabuleiros Costeiros. Aracaju-SE. <sup>3</sup> Embrapa Tabuleiros Costeiros. ERP de Rio Largo, Maceió/AL.

as plantas representam a principal limitação agrícola dos solos de tabuleiro; 2) a melhoria dos sistemas de produção em uso não está relacionada à substituição das culturas exploradas no ecossistema, já que não foram identificadas maiores e melhores alternativas; e 3) portanto, o foco deve ser na busca de maior eficiência no uso dos fatores de produção. Para atingir esses objetivos, é fundamental investir na realização de pesquisas para superar ou minimizar as limitações que tais solos apresentam e desenvolver estratégias para incentivar a organização dos produtores em associações ou cooperativas, como forma de obter maior produtividade, lucratividade, sustentabilidade e competitividade nas explorações agrícolas desenvolvidas nos Tabuleiros Costeiros.

## PERSPECTIVES OF USE OF THE COASTAL TABLELAND SOILS

### ABSTRACT

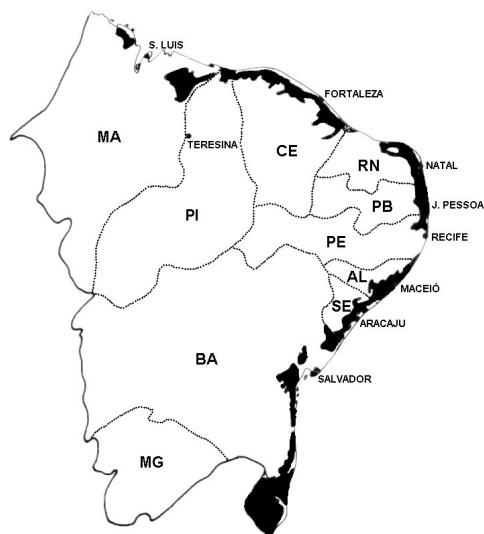
The ecosystem of the coastal tableland extends from the State of Amapá down Rio de Janeiro, covering about 10 million hectares in the Northeast Brazil, which corresponds to 10% of the total area of the States of Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, and Ceará. The tableland stands out for a significant economical and social importance in those states, due to a high demographic density and participation in the Gross Nacional Product (GNP) generated by the temporary and permanent crops, which have high potential for the production of food, mainly fruit crops like orange, lemon, papaya, soursop, banana, pineapple, passion fruit, acerola, guava, coconut and others. This ecosystem has a high potential for agricultural use, due to the flat topography, which favours mechanization, and due to the proximity to the consuming market. However, despite these advantages, the coastal tableland has low content of soil nutrients and cohesive soil layers responsible for the physical impediment to the penetration of roots and limiting the water movement in the soil profile. This paper presents important aspects of the coastal tableland soils use. Initially it approaches the coastal tableland soils, their agricultural limitations and the relationship with their use and management. Afterwards, water balance and soil water data in the ecosystem, as well as data of agriculture structure, current occupation, agricultural production, market demands and analysis relative to aspects of the annual or biannual and permanent agriculture under rainfed and irrigated conditions are presented. The efficient use of the ecosystem was evaluated

under the perspective of soils use and demands of alternative researches. It was concluded: 1) the principal limitation for agriculture in the coastal tableland is regarding to the water supply for the plants; 2) the improvement of the production systems is not related to the change of the traditional crops in the ecosystem, since alternative crops were not identified; and 3) therefore, the growers should focus in the improvement of the efficient use of the production factors. To reach this objective, it is fundamental to invest in the accomplishment of research to overcome or minimize those limitations in these soils and to develop strategies to motivate the organization of the growers in associations or cooperatives, in order to obtain higher productivity, profitability, sustainability, and competitiveness in the agricultural explorations developed in the coastal tableland.

## 1. INTRODUÇÃO

Os Tabuleiros Costeiros são formações terciárias que aparecem desde o Amapá até o Rio de Janeiro, ocupando, apenas na faixa litorânea da Região Nordeste, cerca de 10 milhões de hectares (Figura 1). Trata-se de uma planície com elevação de 30 a 200 metros acima do nível do mar, limitada na parte ocidental com morros do cristalino e na parte oriental com a Baixada Litorânea.

A região de ocorrência dos tabuleiros costeiros destaca-se pela significativa importância econômica e social, devido à alta densidade demográfica concentrada em grandes centros urbanos. Não obstante as limitações agrícolas dos seus solos, a região tem refletido enorme capacidade atual e potencial para a produção de alimentos, principalmente fruticultura (laranja, limão, mamão, graviola, banana, abacaxi, maracujá, cerola, goiaba, coco-da-baía e outras), matéria-prima para a indústria e energia de origem vegetal, possuindo ainda ampla infra-estrutura de apoio (rodovias, terminais marítimos e instituições de ensino, pesquisa e desenvolvimento). Considerando-se os Estados da Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará, a área de abrangência dos Tabuleiros Costeiros corresponde a 10% da área total de tais estados. Segundo EMBRAPA (1994), tal área contribuiu com 31% do PIB gerado no ano de 1988 pelas culturas temporárias e 45% gerado pelas culturas permanentes. De acordo com Cuenca (s.d), no ano de 1996 a densidade demográfica média na Região dos Tabuleiros Costeiros era de 123 hab km<sup>-2</sup>, contra 38 hab km<sup>-2</sup> na área total dos sete estados citados.



**Figura 1.** Área ocupada pelos Tabuleiros Costeiros na Região Nordeste do Brasil, de cerca de 10 milhões de hectares (Silva et al., 1993).

Os solos de tabuleiros apresentam, como principais limitações agrícolas, baixa fertilidade natural, aumento da acidez com a profundidade, caráter álico, baixa CTC, baixa saturação por bases e baixa capacidade de retenção de água. Embora considerados profundos, a presença de horizontes coesos reduz a profundidade efetiva, prejudicando a dinâmica da água no perfil e, principalmente, o aprofundamento do sistema radicular, agravando assim as suas limitações.

Apesar do esforço que as Instituições de Pesquisa e Universidades Brasileiras vêm realizando para compreensão dos processos que restringem a produtividade das espécies cultivadas na região, há muito por se fazer, para que se possa garantir o uso eficiente do ecossistema no futuro próximo. Vale ressaltar que a utilização racional dos Tabuleiros Costeiros para fins agropecuários depende da habilidade do produtor em utilizar, de forma sistêmica, todos os fatores envolvidos na produção como o solo, clima, organismos, culturas exploradas, manejo, comercialização e a ação do próprio homem. Tal atitude contribuirá para a racionalização das práticas de manejo do solo, concorrendo para a preservação do meio ambiente e para a geração de ganhos de produtividade e de maiores lucros na atividade agrícola.

Nesse trabalho são inicialmente abordados os tipos de solos de tabuleiro, suas limitações agrícolas e a relação destas com o uso e manejo; em seguida

são apresentados dados que refletem o regime hídrico do clima e do solo no ecossistema, como também dados de estrutura agrária, ocupação atual, produção agrícola e demandas de mercado e, por fim, são analisados aspectos relativos às agriculturas anual ou bianual, permanente, de sequeiro e irrigada, sempre buscando avaliar as perspectivas de uso dos solos de Tabuleiros Costeiros. Em algumas destas etapas serão levantadas demandas de pesquisas necessárias para o uso eficiente do ecossistema.

## 2. SOLOS DOS TABULEIROS COSTEIROS

Atualmente são reconhecidos como solos de maior expressão na região dos tabuleiros os Latossolos Amarelos (Latosolos Amarelos)<sup>1</sup> e, secundariamente, os Argissolos Amarelos (Podzólicos Amarelos). Seguem-se, em menor proporção, os Argissolos Acinzentados (Podzólicos Acinzentados), Neossolos Quartzarênicos (Areias Quartzosas), Espodossolos (Podzóis) e Plintossolos (Plintossolos), segundo Jacomine (1996).

## 3. LIMITAÇÕES AGRÍCOLAS DOS SOLOS DOS TABULEIROS COSTEIROS

Os solos dos Tabuleiros Costeiros apresentam camadas coesas causando impedimento físico à penetração das raízes e ao movimento de água no perfil. Esse impedimento, associado ao regime climático com períodos de déficit hídrico, predominante nesse ecossistema, e aos baixos teores de nutrientes nos solos, causa dificuldades ao uso agrícola dos mesmos. Não obstante, algumas das principais potencialidades desse ecossistema são a elevada profundidade dos solos e a topografia plana a suave ondulada, favorecendo a mecanização e o controle de erosão. Assim, para utilização eficiente dos solos de tabuleiro é necessário, portanto, compreender e corrigir várias das limitações que eles apresentam em algumas propriedades físicas e químicas, associadas ou não à presença das camadas coesas.

---

<sup>1</sup> Em todo o trabalho, optou-se por utilizar, em primeiro lugar, a denominação atual do solo, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999), mantendo em seguida, entre parênteses, a denominação anterior do solo, originalmente citada pelo autor do respectivo texto.

Souza (1996, 1997) analisou as limitações agrícolas dos solos desse ecossistema, estabelecendo relações com seu uso e manejo e com a produtividade das culturas, apresentadas, de forma sintética, na Figura 2. O autor conclui que, quaisquer interferências de uso e manejo em tais solos, no sentido de aumentar a produtividade das culturas, passa, necessariamente, por: 1) melhoria do crescimento radicular em profundidade, buscando aumentar a superfície de absorção de nutrientes e, principalmente, de água pelas plantas, neste caso para minimizar os efeitos das freqüentes estiagens verificadas em grande parte da região de ocorrência de tais solos; para tanto, devem ser superados os problemas de impedimento físico e químico ao crescimento radicular em profundidade, que tais solos apresentam; 2) melhoria da dinâmica e do armazenamento da água no perfil, para minimizar os constantes déficits hídricos a que estão sujeitas as culturas cultivadas em tais solos, em função do regime hídrico a que os mesmos estão submetidos; basicamente, deve ser superado o impedimento que a camada coesa representa na dinâmica da água no perfil do solo; e 3) melhoria das propriedades químicas do solo, por meio da calagem, gessagem e adubação, visando diminuir a saturação por alumínio e aumentar o suprimento de nutrientes.

Esse conjunto de fatores, com destaque para a coesão nos horizontes superficiais e subsuperficiais dos solos, a sua baixa capacidade de retenção e armazenamento de água, a concentração dos sistemas radiculares das espécies cultivadas nos horizontes mais superficiais e a má distribuição das chuvas, como será visto no item seguinte, evidenciam que é crítico o suprimento de água para as plantas na região dos tabuleiros costeiros do Nordeste. Aliás, pode-se seguramente admitir que, das três conclusões abordadas por Souza (1996, 1997), a questão da água é a principal limitação dos solos de tabuleiros. Os horizontes coesos desses solos apresentam-se duros, muito duros ou extremamente duros quando secos e friáveis quando úmidos; portanto, se houvesse um suprimento adequado de água ao longo do tempo, não ocorreria, ou seria mínimo e não limitante, o impedimento físico ao crescimento radicular. Sobre esse assunto, Giarola et al. (1999) avaliou a resistência do solo à penetração em horizontes coesos e não coesos em Latossolo Amarelo (Latossolo Amarelo) de tabuleiro de Cruz das Almas (BA), em diferentes umidades no solo, observando que, em solo úmido, a resistência à penetração foi baixa em ambos os horizontes; à medida que o solo foi secando, a resistência à penetração permaneceu baixa no horizonte não coeso, aumentando bruscamente no coeso e atingindo valores limitantes à penetração radicular (Figura 3). Por outro lado, a questão do baixo suprimento de nutrientes para as plantas, outra das limitações dos solos de tabuleiro, pode ser facilmente



corrigida pela calagem, gessagem e adubação, dependendo apenas de considerações econômicas. No entanto, como a absorção de nutrientes pelas plantas ocorre apenas em meio líquido, a presença de umidade no solo é fundamental para que tais insumos, quando aplicados, sejam aproveitados, reduzindo portanto o risco de utilização dos mesmos.

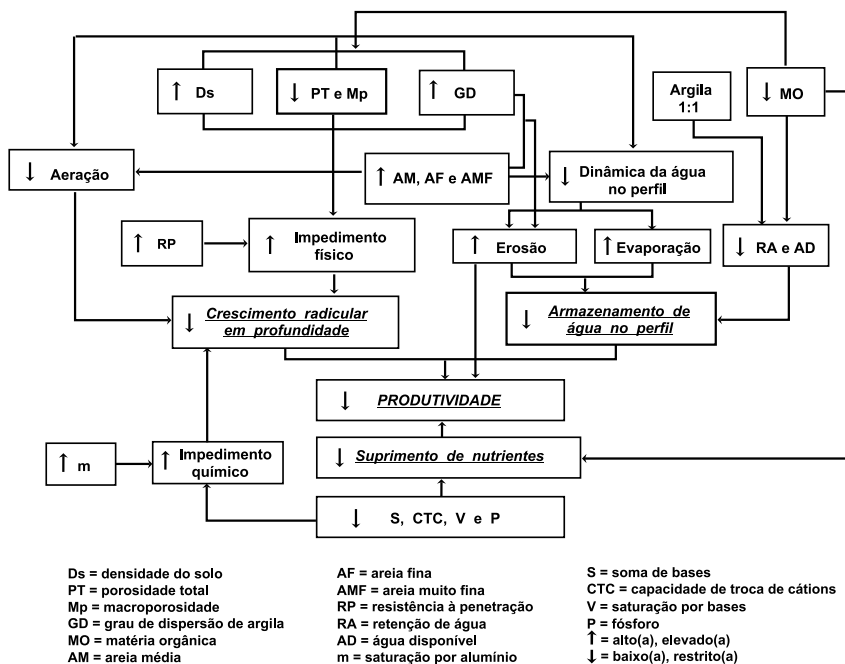
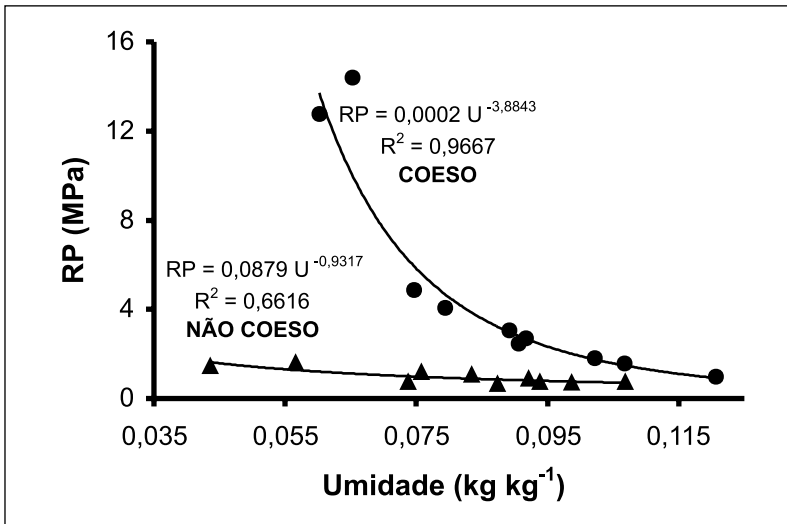


Figura 2. Relação entre propriedades físicas e químicas dos solos coesos dos Tabuleiros Costeiros, aspectos de uso e manejo e produtividade das culturas (Souza, 1997).



**Figura 3.** Curvas de resistência à penetração (RP) em relação à umidade, em horizontes coeso e não coeso, em Latossolo Amarelo (Latossolo Amarelo) de tabuleiro de Cruz das Almas-BA (Giarola et al., 1999).

#### 4. DISPONIBILIDADE DE ÁGUA

Como já abordado, a disponibilidade de água é o principal problema dos solos dos Tabuleiros Costeiros. Por essa razão, e buscando-se dar suporte à análise das perspectivas de uso de tais solos, esse assunto será tratado em maiores detalhes.

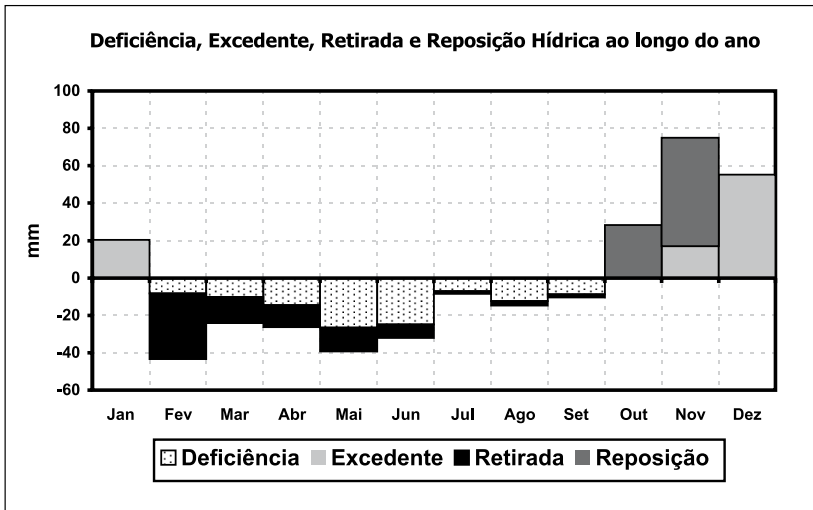
O balanço hídrico climatológico para várias localidades dos Tabuleiros Costeiros da Região Nordeste do Brasil, calculado segundo Thornthwaite & Mather (1955), para 100 mm de capacidade de armazenamento de água no solo, é apresentado nas Figuras 4 a 9. Observa-se, em todas elas, um período significativo de deficiência hídrica ao longo do ano, sendo similar em Cruz das Almas-BA (Figura 5), Itabaianinha-SE (Figura 6), Nazaré da Mata-PE (Figura 7) e Ceará-Mirim-RN (Figura 8) e estendendo-se de setembro-outubro a fevereiro-março; por outro lado, em tais localidades, os períodos de reposição e excedente hídrico ocorrem de março-abril a julho-agosto. Já em Linhares-ES (Figura 4) o período de deficiência hídrica ocorre de fevereiro a setembro e o de reposição e excedente hídrico é de outubro a janeiro, enquanto que em Pacajus-CE (Figura 9) tais períodos são, respectivamente, de junho a janeiro e de fevereiro a abril.

Os valores de precipitação anual para as localidades citadas, bem como os de deficiência e excedente hídrico, são apresentados na Tabela 1, podendo-se concluir que, embora o total anual de precipitação possa ser considerado suficiente para a maioria das culturas cultivadas no ecossistema em questão, a distribuição estacional é inadequada.

**Tabela 1.** Precipitação anual, deficiência e excedente hídricos em seis localidades dos Tabuleiros Costeiros da Região Nordeste do Brasil.

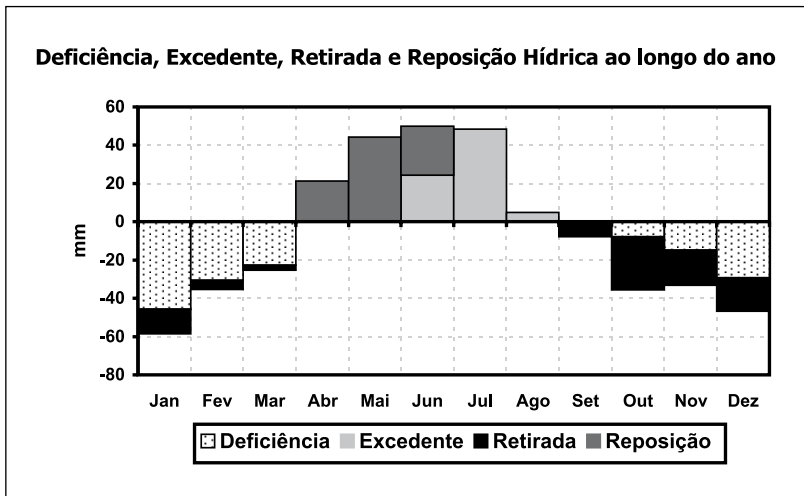
<b>Localidades</b>	<b>Precipitação pluvial</b>	<b>Deficiência hídrica</b>	<b>Excedente hídrico</b>
		mm	
Linhares-ES	1.200,0	112,6	92,6
Cruz das Almas-BA	1.142,7	151,1	77,7
Itabaianinha-SE	1.000,1	279,3	79,3
Nazaré da Mata-PE	1.082,6	455,4	168,9
Ceará-Mirim-RN	1.259,0	375,4	201,7
Pacajus-CE	933,3	722,9	75,0

Em complemento aos dados de balanço hídrico climatológico apresentados, a avaliação da disponibilidade de água no solo ao longo do tempo, até 1,50 m de profundidade, durante os anos de 1996 e 1997, em dois solos coesos de tabuleiro de uma topossequência localizada em Sapeaçu-BA, em um pomar cítrico, revelou que o Latossolo Amarelo argissólico (Latossolo Amarelo podzólico), localizado no terço superior da topossequência, permaneceu seis quinzenas em cada ano sem água disponível (teor de água no solo em campo menos o teor de água a  $-1500$  kPa de tensão) para as plantas (Figura 10), enquanto que o Argissolo Amarelo (Podzólico Amarelo), no terço médio, permaneceu 10 quinzenas em 1996 e 12 quinzenas em 1997 (Paiva & Souza, 1998; Paiva et al., 1998). Tais dados foram comparados com os observados em um Argissolo Acinzentado (Podzólico Acinzentado), não coeso, de textura arenosa e localizado no terço inferior da topossequência estudada, o qual apresentou-se com água disponível para as plantas cítricas até 1,50 m de profundidade (Figura 10), durante todo o período de avaliação. Em concordância com a água disponível, as plantas encontradas no Argissolo Acinzentado (Podzólico Acinzentado) apresentaram crescimento estatisticamente superior àquelas localizadas nos demais solos, não havendo diferença entre as plantas localizadas nestes.



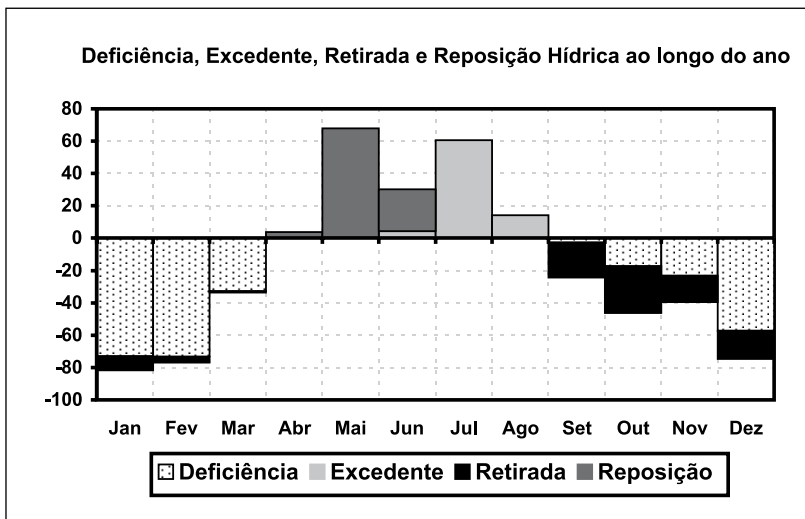
FONTE DOS DADOS: Instituto Nacional de Meteorologia, Brasília-DF.

Figura 4. Balanço hídrico climatológico para Linhares-ES, para o período de 1970-1990, calculado segundo Thornthwaite & Mather (1955), para 100 mm de capacidade de armazenamento de água no solo.



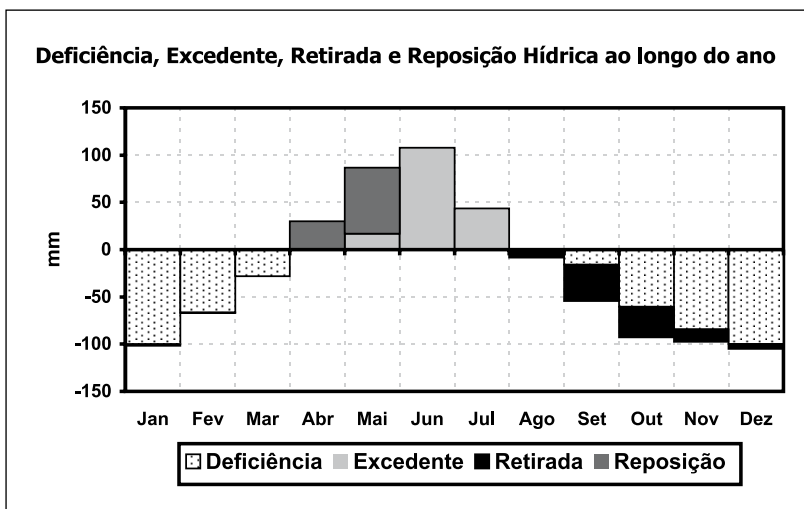
FONTE DOS DADOS: Instituto Nacional de Meteorologia, Brasília-DF.

Figura 5. Balanço hídrico climatológico para Cruz das Almas-BA, para o período de 1971-1998, calculado segundo Thornthwaite & Mather (1955), para 100 mm de capacidade de armazenamento de água no solo.



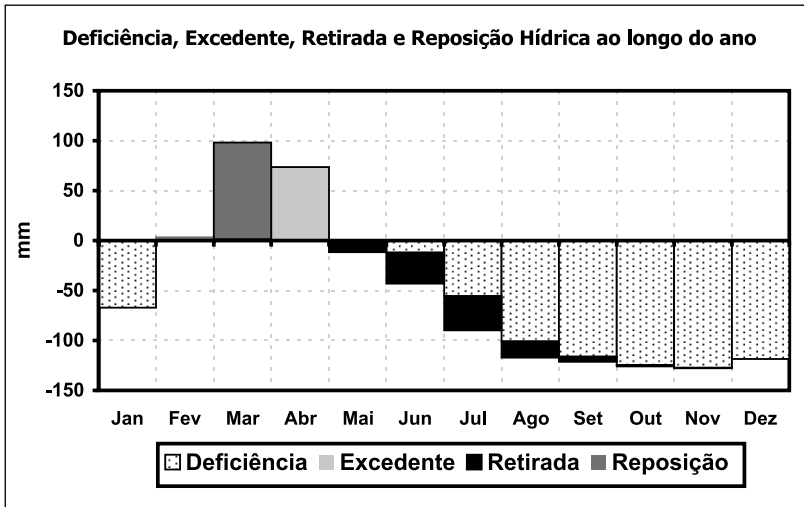
FONTE DOS DADOS: Instituto Nacional de Meteorologia, Brasília-DF.

Figura 6. Balanço hídrico climatológico para Itabaianinha-SE, para o período de 1931-1960, calculado segundo Thornthwaite & Mather (1955), para 100 mm de capacidade de armazenamento de água no solo.



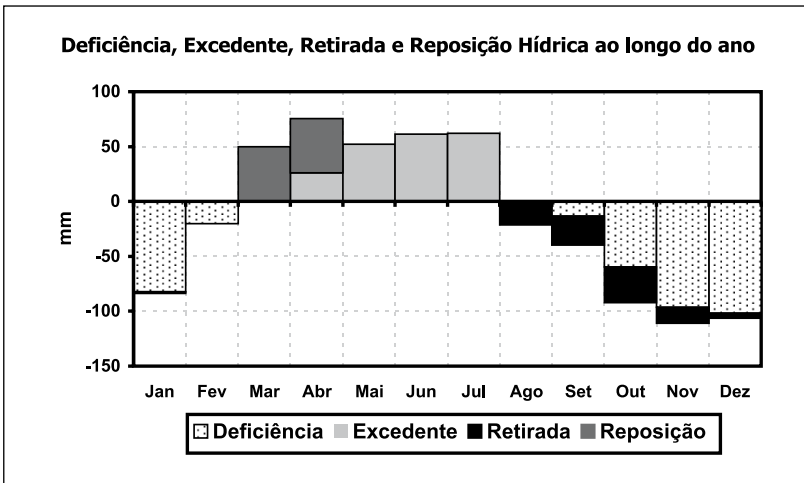
FONTE DOS DADOS: Instituto Nacional de Meteorologia, Brasília-DF.

Figura 7. Balanço hídrico climatológico para Nazaré da Mata-PE, para o período de 1964-1989, calculado segundo Thornthwaite & Mather (1955), para 100 mm de capacidade de armazenamento de água no solo.



FONTE DOS DADOS: Instituto Nacional de Meteorologia, Brasília-DF.

Figura 8. Balanço hídrico climatológico para Ceará-Mirim-RN, para o período de 1961-1990, calculado segundo Thornthwaite & Mather (1955), para 100 mm de capacidade de armazenamento de água no solo.



FONTE DOS DADOS: Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE.

Figura 9. Balanço hídrico climatológico para Pacajus-CE, para o período de 1976-1998, calculado segundo Thornthwaite & Mather (1955), para 100 mm de capacidade de armazenamento de água no solo.

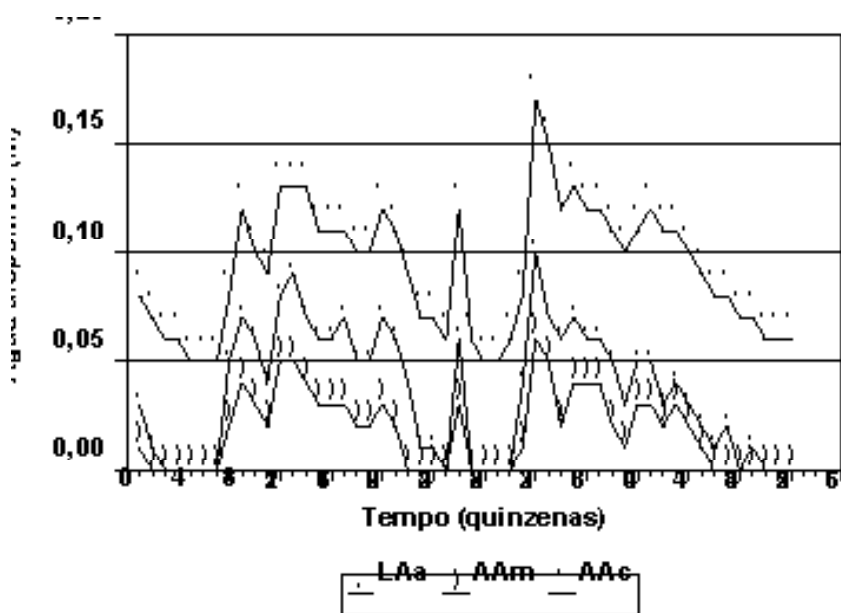


Figura 10. Água disponível em função do tempo até 1,50 m de profundidade, nos solos de tabuleiro LAa-Latossolo Amarelo argissólico (Latossolo Amarelo podzólico), AAm-Argissolo Amarelo (Podzólico Amarelo) e AAc-Argissolo Acinzentado (Podzólico Acinzentado), localizados no Estado da Bahia, nos anos de 1996 e 1997 (Paiva & Souza, 1998; Paiva et al., 1998).

Quanto à variação do potencial total da água no solo (Souza & Paiva, 1999), observou-se que, a 0,30 m de profundidade, ele variou bruscamente ao longo do tempo, em todos os três solos estudados, atingindo valores menores que -1500 kPa após pequenos períodos de estiagem e recuperando-se rapidamente após a ocorrência de chuvas. No Latossolo Amarelo argissólico (Latossolo Amarelo podzólico) e no Argissolo Amarelo (Podzólico Amarelo) o potencial total da água no solo nas profundidades de 0,70, 1,10 e 1,50 m também atingiu valores menores que -1500 kPa nos períodos de maiores estiagens, também recuperando-se com as chuvas, ambos os processos ocorrendo mais lentamente que a 0,30 m, em função da presença dos horizontes coesos restringindo a dinâmica da água no perfil. O Argissolo Acinzentado (Podzólico Acinzentado), localizado no terço inferior da toposseqüência e sem horizontes coesos, manteve o potencial total da água no solo em níveis elevados ( $^3$  -76,4 kPa) nas profundidades de 0,70, 1,10 e 1,50 m, durante todo o período de avaliação. Por conseguinte, o crescimento da laranja apresentou relação direta com o potencial total da água no solo, sendo maior

no Argissolo Acinzentado (Podzólico Acinzentado), com maiores potenciais, e menor no Latossolo Amarelo argissólico (Latossolo Amarelo podzólico) e Argissolo Amarelo (Podzólico Amarelo), com menores potenciais.

Os dados apresentados confirmam que, realmente, a disponibilidade de água no solo é a principal limitação ao uso agrícola dos solos dos Tabuleiros Costeiros.

## 5. ESTRUTURA AGRÁRIA E OCUPAÇÃO DOS TABULEIROS COSTEIROS

Para fins de caracterização do ambiente, do ponto de vista físico e sócio-econômico, considerou-se a área inicial de atuação da *Embrapa Tabuleiros Costeiros*, que abrange os Estados da Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará e as unidades de paisagem Tabuleiros Costeiros e Baixada Litorânea (EMBRAPA, 1994; Silva et al., 1993). Assim, os dados apresentados neste item e no seguinte foram levantados em 323 municípios ocupados por essas unidades de paisagem, nos sete estados citados, sendo 89 na Bahia, 52 em Sergipe, 40 em Alagoas, 19 em Pernambuco, 22 na Paraíba, 50 no Rio Grande do Norte e 51 no Ceará. Da área total levantada (8,8 milhões de hectares), cerca de 16% são ocupados pela Baixada Litorânea e 84% pelos Tabuleiros Costeiros. Portanto, considerando a grande predominância dos tabuleiros, neste item e no seguinte referir-se-á, na maioria das vezes, apenas aos Tabuleiros Costeiros; sempre que necessário, serão abordadas as particularidades relativas à Baixada Litorânea.

### 5.1 ESTRUTURA FUNDIÁRIA

Em 1996, a área em estudo apresentava a estrutura fundiária mostrada na Tabela 2, com as pequenas propriedades (menores que 20 hectares), mesmo sendo as mais numerosas e representando 83,7% do total, ocupando apenas 11,4% da área total. As propriedades com área entre 20 a 200 hectares (13,7% do total) ocupavam 29,7% da área total, enquanto que as superiores a 200 hectares (2,6% do total) ocupavam 58,9% da área total. A estrutura fundiária nos sete estados considerados mostrou-se semelhante à da Região dos Tabuleiros Costeiros, com a concentração de terras agrícolas em propriedades acima de 200 hectares. Da área agrícola total dos sete estados, 15,5% estão localizados nos tabuleiros, representando 20,6% do total de propriedades.



Entre os sete estados, os que apresentam maiores áreas de tabuleiros são Bahia, Ceará e Rio Grande do Norte (75,1% do total), vindo em seguida Sergipe (9,8%), Alagoas (9,1%), Pernambuco (3,2%) e Paraíba (2,8%). O estado que apresenta a pior distribuição de terras na área dos tabuleiros é a Paraíba (80,4% da área total é ocupada por propriedades acima de 200 hectares), vindo em seguida o Rio Grande do Norte (76,6%), Pernambuco (74,5%), Bahia (70,2%), Ceará (69,3%), Alagoas (68,5%) e Sergipe (64,1%).

## 5.2 PESSOAL OCUPADO NA ÁREA AGRÍCOLA

Cerca de 70% do pessoal ocupado na área agrícola dos Tabuleiros Costeiros, envolvendo proprietários, arrendatários, parceiros e ocupantes, estão alocados em propriedades com menos de 20 hectares (Tabela 3), realçando a importância desse extrato de área na absorção de mão-de-obra agrícola, a maioria delas, sem dúvida, de natureza familiar. Dos 30% restantes, 18% estão alocados em propriedades entre 20 e 200 hectares e 12% acima de 200 hectares. A distribuição de pessoal por extrato de área nos sete estados é semelhante à que ocorre nos Tabuleiros Costeiros. O total de pessoal ocupado nos tabuleiros representa 19,7% do total dos sete estados.

Entre os sete estados, os que mais ocupam pessoal na área agrícola são Bahia, Ceará e Sergipe (70,5% do total), vindo em seguida Alagoas (12,9%), Rio Grande do Norte (8,2%), Pernambuco (4,4%) e Paraíba (4,0%), portanto coerente com a distribuição das terras, já que estes três últimos são os que apresentam a maior concentração delas, como visto no item anterior.

## 5.3 ÁREA AGRÍCOLA OCUPADA POR ATIVIDADES ECONÔMICAS

A Tabela 4 mostra que, na Região dos Tabuleiros Costeiros, 57,7% da área agricultável está ocupada por pastagens naturais, pastagens plantadas e matas e florestas naturais, atividades que, em termos sociais, absorvem pouca mão-de-obra. Cerca de 27% estão ocupados com lavouras permanentes e temporárias, em partes praticamente iguais, e os cerca de 15% restantes estão em atividades com pouco ou quase nenhum impacto econômico ou social (absorção de mão-de-obra). A área agrícola ocupada por atividades econômicas nos tabuleiros representa cerca de 15,7% da área total agrícola dos sete estados considerados.

Comparando-se a situação observada nos tabuleiros com a dos sete estados, em termos globais, vê-se na Tabela 4 uma redução percentual nas

Tabela 2. Estrutura fundiária observada na Região dos Tabuleiros Costeiros nos Estados da Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará e na área total destes, no ano de 1996.

EXTRATOS DE ÁREA (há)	TABULEIROS COSTEIROS				SETE ESTADOS			
	Área (ha)	%	Número de Estabelecim	%	Área (ha)	%	Nº de Estabelecim	%
<1	40.914	0,5	80.593	24,4	142.011	0,3	241.406	15,1
1 a <2	5.149	0,9	55.803	16,9	353.771	0,6	236.604	14,8
2 a <5	224.150	2,6	73.129	22,1	1.245.739	2,2	365.010	22,8
5 a <10	261.629	3,0	38.554	1,7	1.638.597	2,9	219.007	13,7
10 a <20	383.239	4,4	28.330	8,6	2.657.573	4,7	180.721	11,3
20 a <50	799.667	9,2	26.319	8,0	6.205.662	11,1	190.461	11,9
50 a <100	796.962	9,2	11.571	3,5	5.999.621	10,7	81.687	5,1
100 a <200	980.151	11,3	7.151	2,2	6.387.380	11,4	43.485	2,7
200 a <500	1.610.065	18,5	5.277	1,6	9.431.072	16,8	28.599	1,8
500 a <1000	1.197.954	13,8	1.779	0,5	6.683.950	11,9	9.083	0,6
1000 a <2000	860.252	9,9	655	0,2	5.161.035	9,2	3.597	0,2
2000 a <5000	741.092	8,5	268	0,1	4.595.133	8,2	1.533	0,1
5000 a <10000	299.336	3,5	48	0,0	2.082.384	3,7	316	0,0
10000 a <100000	404.334	4,7	27	0,0	3.218.504	5,7	184	0,0
100000 e mais	0	0,0	0	0,0	273.000	0,5	2	0,0
Sem declaração	0	0,0	757	0,2	0	0,0	1.877	0,1
Total	8.674.894	100,0	330.261	100,0	56.075.432	100,0	1.603.572	100,0
Em relação aos sete estados		15,5		20,6				

FONTE: Cuenca, s.d.; IBGE-SIDRA, 2000.

áreas ocupadas com lavouras permanentes e com pastagens plantadas e um aumento nas áreas ocupadas com pastagens naturais e com matas e florestas naturais nos sete estados, possivelmente pela falta de melhores opções de cultivo que estas duas últimas, nas grandes áreas semi-áridas. A área ocupada com lavouras temporárias nos sete estados (11,5%) reduziu pouco em relação aos tabuleiros (13,2%), pelo fato de concentrar-se nos períodos chuvosos tanto nos tabuleiros como nas regiões semi-áridas dos sete estados.

**Tabela 3.** Pessoal ocupado na área agrícola dos Tabuleiros Costeiros nos Estados da Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará e na área total destes, no ano de 1996.

EXTRATOS DE ÁREA (ha)	TABULEIROS COSTEIROS		SETE ESTADOS	
	Nº de pessoas	%	Nº de pessoas	%
<1	204.655	16,8	637.703	10,3
1 a <2	164.129	13,4	741.309	11,9
2 a <5	240.430	19,7	1.304.377	21,0
5 a <10	137.431	11,3	841.310	13,5
10 a <20	106.732	8,7	728.045	11,7
20 a <50	109.002	8,9	805.611	13,0
50 a <100	59.520	4,9	395.670	6,4
100 a <200	49.403	4,0	256.760	4,1
200 a <500	58.469	4,8	238.373	3,8
500 a <1000	31.635	2,6	122.225	2,0
1000 a <2000	21.349	1,7	62.630	1,0
2000 a <5000	11.970	1,0	33.969	0,5
5000 a <10000	6.220	0,5	12.128	0,2
10000 a <100000	18.693	1,5	28.183	0,5
100000 e mais	0	0,0	15	0,0
Sem declaração	1.914	0,2	4.172	0,1
<b>Total</b>	<b>1.221.552</b>	<b>100,0</b>	<b>6.212.480</b>	<b>100,0</b>
Em relação aos sete estados		19,7		

FONTE: Cuenca, s.d.; IBGE-SIDRA, 2000

O trabalho de Cuenca (s.d.) mostra, como era de se esperar, que as atividades pastagens naturais, pastagens plantadas, matas e florestas naturais, matas e florestas nativas, terras produtivas não utilizadas e terras inaproveitáveis concentraram-se nos maiores extratos de áreas, acima de 50 hectares.

Cerca de 30% das lavouras permanentes localizaram-se em áreas com menos de 50 hectares, com o restante em áreas acima deste valor, provavelmente havendo, nesse caso, uma predominância de cacau e caju, como será visto em seguida. Quanto às lavouras temporárias, apenas 29% localizaram-se em áreas com menos de 50 hectares; a predominância do restante em áreas acima desse valor deve-se, provavelmente, à participação da cana-de-açúcar que, como será visto mais adiante, é a lavoura temporária mais cultivada nos tabuleiros e, sem dúvida, é típica de grandes propriedades.

**Tabela 4.** Área ocupada por atividades econômicas na Região dos Tabuleiros Costeiros nos Estados da Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará e na área total destes, no ano de 1996.

Atividades	Tabuleiros Costeiros		Sete estados	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Lavouras permanentes	1.146.680	13,1	2.399.484	4,3
Lavouras temporárias	1.158.121	13,2	6.447.911	11,5
Lavouras temporárias em descanso	328.535	3,7	2.532.210	4,5
Pastagens naturais	1.755.340	20,1	15.633.949	27,9
Pastagens plantadas	1.668.109	19,0	8.733.392	15,6
Matas e florestas naturais	1.633.508	18,6	12.899.973	23,0
Matas e florestas artificiais	126.731	1,4	361.175	0,6
Terras produtivas não utilizadas	583.319	6,6	4.547.848	8,1
Terras inaproveitáveis	379.234	4,3	2.519.489	4,5
<b>Total</b>	<b>8.779.577</b>	<b>100,0</b>	<b>56.075.432</b>	<b>100,0</b>
Em relação aos sete estados		15,7		

FONTE: Cuenca, s.d.; IBGE-SIDRA, 2000.

### 5.3.1 Detalhamento da Área Ocupada por Lavouras Permanentes

Entre as lavouras permanentes, nos tabuleiros há uma predominância de caju (30,7% da área cultivada com esse tipo de lavouras) e cacau (26,0%), representando 56,7% da área cultivada com esse tipo de lavouras (Tabela 5), vindo em seguida o coco-da-baía (9,0%) e os citros (6,7%); o restante (27,6%) está distribuído entre as demais culturas incluídas na Tabela 5 e outras não declaradas. Com relação à área total dos sete estados, 47,8% da área cultivada com lavouras permanentes nos sete estados estão nos tabuleiros. No entanto, como 16% da área total considerada para efeito de levantamento dos dados

é ocupada pela unidade de paisagem Baixada Litorânea, conforme relatado no início do item 5, seguramente a percentagem real da área cultivada com lavouras permanentes nos tabuleiros, em relação à área total dos sete estados, é menor que 47,8%; na tabela 5 observa-se que cerca de 88% da área cultivada com coco-da-baía e 91,5% com dendê nos sete estados encontram-se na área levantada e, sem dúvida, são culturas típicas da Baixada Litorânea, embora uma parte menor delas seja realmente cultivada nos tabuleiros.

Da área total cultivada com caju nos tabuleiros (30,7%), há uma predominância do Ceará (28,0%), vindo em seguida o Rio Grande do Norte (2,3%); o restante (0,4%) está distribuído nos demais estados. Quanto ao cacau, a área total cultivada nos tabuleiros (26,0%) ocorre na Bahia. Com relação ao coco-da-baía, da área total cultivada (9,0%), 2,8% estão em Sergipe, 2,2% na Bahia, 1,7% no Ceará e 1,1% no Rio Grande do Norte. Já para os citros (6,7% da área total cultivada com lavouras permanentes), 3,9% estão em Sergipe e 2,6% na Bahia.

**Tabela 5.** Detalhamento da área ocupada por lavouras permanentes na Região dos Tabuleiros Costeiros nos Estados da Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará e na área total destes, no ano de 1996.

Lavouras permanentes	Tabuleiros Costeiros		Sete estados	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Acerola	3.157	0,3	6.748	0,3
Algodão arbóreo	87	0,0	20.016	0,8
Banana	32.931	2,9	124.197	5,2
Cacau	298.258	26,0	617.977	25,8
Café	9.436	0,8	126.789	5,3
Caju	352.287	30,7	523.852	21,8
Coco-da-baía	102.961	9,0	116.933	4,9
Cravo-da-índia	2.677	0,2	4.306	0,2
Dendê	18.346	1,6	20.057	0,8
Goiaba	707	0,1	3.421	0,1
Graviola	442	0,0	813	0,0
Guaraná	2.764	0,2	3.319	0,1
Laranja	76.324	6,7	99.240	4,1
Mamão	8.529	0,7	11.709	0,5
Manga	5.481	0,5	25.590	1,1
Maracujá	3.133	0,3	14.484	0,6
Pimenta do reino	258	0,0	448	0,0
Outras lavouras	228.902	20,0	679.585	28,4
<b>Total (Tabela 4)</b>	<b>1.146.680</b>	<b>100,0</b>	<b>2 399.484</b>	<b>100,0</b>
<b>Em relação aos sete estados</b>		<b>47,8</b>		

FONTE: Cuenca, s.d.; IBGE-SIDRA, 2000.

### 5.3.2 Detalhamento da Área Ocupada por Lavouras Temporárias

Na região dos tabuleiros, que ocupa 18,0% da área cultivada com lavouras temporárias nos sete estados (Tabela 6), predomina o cultivo da cana-de-açúcar (62,4% da área cultivada com esse tipo de lavouras), vindo em seguida o feijão e a mandioca (11,2% cada) e o milho (10,8%), com o restante (5,6%) distribuído nas demais culturas incluídas na Tabela 6. A exemplo do pressuposto citado para as culturas do coco-da-baía e do dendê, no item anterior, acredita-se também que certa parte da área cultivada com lavouras temporárias esteja localizada na Baixada Litorânea; um exemplo disso seria a cultura do arroz, nos Municípios de Penedo e Piaçabuçu, em Alagoas.

Tabela 6. Detalhamento da área ocupada por lavouras temporárias na Região dos Tabuleiros Costeiros nos Estados da Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará e na área total destes, no ano de 1996.

Lavouras temporárias	Tabuleiros Costeiros		Sete estados	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Abacaxi	5.733	0,5	8.839	0,1
Algodão herbáceo	4.168	0,4	147.238	2,3
Amendoim	3.871	0,3	6.315	0,1
Arroz	16.778	1,4	139.459	2,2
Batata-doce	6.608	0,6	18.863	0,3
Cana-de-açúcar	722.897	61,1	1.100.332	17,1
Feijão	131.854	11,2	2.047.473	31,8
Fumo	22.086	1,9	34.154	0,5
Inhame	4.924	0,4	8.263	0,1
Mandioca	132.322	11,2	403.906	6,3
Melão	1.868	0,2	9.637	0,1
Milho	127.830	10,8	1.876.176	29,1
Soja	17	0,0	355.527	5,5
Outras lavouras	-	0,0	291.729	4,5
<b>Total (Tabela 4)</b>	<b>1.158.121</b>	<b>100,0</b>	<b>6.447.911</b>	<b>100,0</b>
Em relação aos sete estados		18,0		

FONTE: Cuenca, s.d.; IBGE-SIDRA, 2000.

Da área total cultivada com cana-de-açúcar nos tabuleiros (61,1%), há uma predominância de Alagoas (24,3%), vindo em seguida a Paraíba (16,6%) e Pernambuco (10,7%); o restante (9,5%) está distribuído nos demais estados. Quanto ao feijão, a área total cultivada nos tabuleiros (11,2%)

está distribuída principalmente no Ceará (5,2%), Rio Grande do Norte (2,0%) e Bahia (1,7%). Com relação à mandioca, da área total cultivada (11,2%), 4,7% estão na Bahia, 2,1% no Ceará, 1,3% em Sergipe e 1,2% no Rio Grande do Norte. Já para o milho (10,8% da área total cultivada com lavouras temporárias), 5,4% estão no Ceará, 2,5% no Rio Grande do Norte e 1,3% na Bahia.

### 5.3.3 Efetivo dos Rebanhos

Como se observa na Tabela 7, o rebanho bovino nos tabuleiros representa 19% do total dos sete estados, enquanto que os caprinos representam 5,4% e os ovinos 9,3%. Do total de bovinos existentes nos tabuleiros, 51,0% estão na Bahia, 14,9% em Sergipe e 14,3% no Ceará; quanto ao total de caprinos, 72,3% estão no Ceará, 15,1% no Rio Grande do Norte e 6,8% na Bahia, enquanto que o efetivo total de ovinos nos tabuleiros está também principalmente distribuído nestes mesmos estados, atingindo 60,2%, 16,3% e 15,2%, respectivamente; o restante, para os três rebanhos, está distribuído nos demais estados.

**Tabela 7.** Efetivo dos rebanhos bovinos, caprinos e ovinos na Região dos Tabuleiros Costeiros nos Estados da Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará e na área total destes, no ano de 1996.

Rebanhos	Tabuleiros Costeiros		Sete estados
	Número	% <sup>1</sup>	Número
Bovinos	3.279.867	19,0	17.234.730
Caprinos	235.395	5,4	4.320.251
Ovinos	493.304	9,3	5.275.988

<sup>1</sup> Em relação ao total dos sete estados.

FONTE: Cuenca, s.d.; IBGE-SIDRA, 2000.

## 6. PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA E CONSUMO

Foi levantada a produção de alguns produtos agropecuários na região dos tabuleiros e na área total dos sete estados considerados no trabalho, para o ano de 1996, segundo IBGE-SIDRA (2000). A quase totalidade dos dados, expressos originalmente em unidades pouco usuais (mil frutos, cachos etc.) foi transformada em massa (toneladas), usando fatores de conversão encontrados em FNP (2000), permanecendo poucos dados na versão original.

O consumo de produtos agropecuários foi também levantado segundo IBGE-SIDRA (2000), cujos dados disponíveis são restritos exclusivamente ao consumo domiciliar, não registrando o consumo industrial e outros porventura existentes, e às regiões metropolitanas de Salvador, Recife e Fortaleza. Com base na população das regiões metropolitanas citadas e na população dos municípios localizados na região dos tabuleiros, estimou-se o consumo domiciliar total para esta região. Para tanto, assumiu-se que o consumo médio por pessoa nos municípios dos tabuleiros da Bahia, das regiões metropolitanas de Aracaju e Maceió e dos tabuleiros de Sergipe e Alagoas é semelhante ao verificado na região metropolitana de Salvador. Da mesma forma, o consumo médio observado na região metropolitana de Recife foi usado para estimar os dados para a região metropolitana de João Pessoa e municípios dos tabuleiros de Pernambuco e Paraíba, e o da região metropolitana de Fortaleza para estimar o consumo para a região metropolitana de Natal e municípios dos tabuleiros do Ceará e Rio Grande do Norte.

## 6.1 PRODUÇÃO E CONSUMO DE LAVOURAS PERMANENTES

Observa-se na Tabela 8 que, dos produtos levantados, os mais produzidos nos tabuleiros são o guaraná (90,8% da produção total dos sete estados), dendê (87,3%), coco-da-baía (84,5%), citros (83,5%), mamão (79,5%), pimenta-do-reino (67,8%), cravo-da-índia (62,2%) e castanha de caju (61,5%). Com relação ao dendê e coco-da-baía, há a ressalva de que, embora alguma parte seja produzida realmente nos tabuleiros, acredita-se que a maior produção ocorre na Baixada Litorânea, unidade de paisagem também incluída no levantamento dos dados, por razões expostas no item “Estrutura Agrária e Ocupação do Tabuleiros Costeiros”.

Confrontando-se os dados de produção com os de consumo, estes disponíveis apenas para alguns produtos, observa-se na Tabela 8 que a produção nos tabuleiros supera o consumo domiciliar de banana, coco-da-baía, laranja, mamão e manga, ocorrendo déficits para maracujá e café. Sobre este último, como os dados levantados referem-se ao ano de 1996, acredita-se que a situação atual seja mais positiva, em termos de produção. Há que se ressaltar também que os dados de consumo referem-se apenas ao domiciliar, não englobando o consumo industrial, em restaurantes e em outros estabelecimentos.



Tabela 8. Produção de lavouras permanentes na Região dos Tabuleiros Costeiros nos Estados da Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará e na área total destes, e consumo de algumas das referidas lavouras, no ano de 1996.

Lavouras permanentes	Tabuleiros Costeiros		Sete estados		Consumo domiciliar nos Tabuleiros Costeiros	Δ % <sup>2</sup>
	Total	% <sup>1</sup>	Total			
Acerola (t)	9.467	43,4	21.832	-	-	-
Algodão arbóreo em caroço (t)	12	0,5	2.417	-	-	-
Banana (t)	225.626	22,8	988.626	121.389	121.389	+ 46,2
Cacau (amêndoa) (t)	96.712	44,9	215.496	-	-	-
Café beneficiado (t)	5.277	10,2	51.949	39.887	39.887	- 655,9
Castanha de caju (t)	100.484	61,5	163.401	-	-	-
Citros (t)	658.994	83,5	789.152	237.813	237.813	+ 63,9
Coco-da-baía (t)	520.239	84,5	615.765	97	97	+ 100,0
Cravo-da-índia (t)	592	62,2	952	-	-	-
Dendê (coco) (t)	46.422	87,3	53.192	-	-	-
Goiaba (t)	4.546	15,2	29.917	-	-	-
Graviola (mil frutos)	1.616	47,0	3.439	-	-	-
Guaraná (t)	869	90,8	957	-	-	-
Mamão (t)	127.888	79,5	160.864	42.980	42.980	+ 66,4
Manga (t)	62.322	22,3	279.108	16.757	16.757	+ 73,1
Maracujá (t)	12.953	17,5	74.191	29.322	29.322	- 126,4
Pimenta do reino (t)	206	67,8	304	-	-	-

<sup>1</sup> Porcentagem da produção nos tabuleiros em relação ao total dos sete estados.

<sup>2</sup> Porcentagem em relação à produção; valores positivos indicam superávites e negativos indicam déficits.

FONTE: IBGE-SIDRA, 2000.

## 6.2 PRODUÇÃO E CONSUMO DE LAVOURAS TEMPORÁRIAS

Dos produtos levantados, os mais produzidos nos tabuleiros são a cana-de-açúcar (68,9% da produção total dos sete estados), fumo em folha (68,9%), abacaxi (67,6%), amendoim em casca (64,2%), inhame (57,4%), mandioca (43,5%) e batata-doce (41,4%), conforme a Tabela 9.

Confrontando-se os dados de produção com os de consumo, estes disponíveis apenas para alguns produtos, observa-se na Tabela 9 que a produção nos tabuleiros supera o consumo para batata-doce, inhame, mandioca (consumida como farinha, fécula e aipim ou macaxeira) e abacaxi, ocorrendo déficits para arroz, milho (consumido como grãos, amido, creme, flocos e fubá), feijão e melão.

Um outro aspecto a considerar é que na região dos tabuleiros estima-se existir uma população de 608,6 mil suínos e 33,1 milhões de aves. Pressupondo-se a criação total desses animais de forma intensiva, para sua alimentação visando a terminação para abate seriam necessários 285,3 mil toneladas de ração, em cuja composição entrariam 199,7 mil toneladas de milho e 85,6 mil toneladas de farelo de soja; este último dado, convertido para grãos de soja, resultaria em 107,0 mil toneladas de grãos.

Assim sendo, o déficit de milho na região dos tabuleiros aumentaria para cerca de 427,3 mil toneladas, enquanto que o de grãos de soja seria equivalente ao valor acima citado, já que a sua produção estimada nos tabuleiros é praticamente zero (Tabela 9). Há que se ressaltar que os criadores de suínos e aves da região dos tabuleiros têm se suprido desses dois produtos adquirindo-os em áreas produtoras distando 500 km ou mais, e até mesmo importando do exterior, o que têm onerado os custos de produção, pela incidência de impostos e maior gasto com frete.

## 6.3 PRODUÇÃO E CONSUMO DE CARNES BOVINAS, SUÍNAS E DE AVES

As estimativas de produção e consumo domiciliar de carnes bovinas nas regiões metropolitanas e nos municípios dos tabuleiros dos sete estados considerados nesse trabalho, no ano de 1996, aparecem na Tabela 10, registrando um déficit de 9,3% na produção. Se fosse considerado o consumo industrial, no fabrico de produtos derivados, o déficit deveria ser bem maior.

Tabela 9. Produção de lavouras temporárias na Região dos Tabuleiros Costeiros nos Estados da Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará e na área total destes, e consumo de algumas das referidas lavouras, no ano de 1996.

Lavouras temporárias	Tabuleiros Costeiros		Sete estados		Consumo domiciliar nos Tabuleiros Costeiros	Δ % <sup>2</sup>
	Total	% <sup>1</sup>	Total	Total		
Abacaxi (t)	101.574	67,6	50.320	13.895	+ 86,3	
Algodão herbáceo em caroço (t)	3.072	4,5	68.917	-	-	
Amendoim em casca (t)	4.076	64,2	6.348	-	-	
Arroz em casca (t)	37.397	16,6	225.180	719.769	- 1824,7	
Batata-doce (t)	32.814	41,4	79.263	24.558	+ 25,2	
Cana-de-açúcar (t)	35.128.011	68,9	50.953.642	-	-	
Feijão em grãos (t)	46.260	8,8	527.125	261.543	- 465,4	
Fumo em folha (t)	24.692	68,9	35.847	-	-	
Inhame (t)	24.264	57,4	42.272	14.899	+ 38,6	
Mandioca (t)	879.211	43,5	2.022.530	760.320	+ 13,5	
Melão (t)	15.191	19,5	77.925	26.819	- 76,5	
Milho em grãos (t)	79.846	5,4	1.478.103	307.513	- 285,1	
Soja em grãos (t)	20	0,0	721.833	-	-	

<sup>1</sup> Porcentagem da produção nos tabuleiros em relação ao total dos sete estados.

<sup>2</sup> Porcentagem em relação à produção; valores positivos indicam superávites e negativos indicam déficits.

FONTE: IBGE-SIDRA, 2000.

**Tabela 10.** Produção e consumo de carnes bovinas, suínas e de aves, na Região dos Tabuleiros Costeiros nos Estados da Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará, no ano de 1996.

Rebanhos	Tabuleiros Costeiros		
	Produção	Consumo	$\Delta$ % <sup>1</sup>
Bovinos (t)	506.322	553.176	- 9,3
Suínos (t)	36.500	69.861	- 91,4
Aves (t)	59.000	349.332	- 492,1

<sup>1</sup> Percentagem em relação à produção; valores negativos indicam déficits.

FONTE: IBGE-SIDRA, 2000

Embora para efeito de ocupação da região dos tabuleiros a produção de suínos e aves não seja tão importante, já que ela ocorre de forma concentrada e sempre podendo ocupar ou ocupando áreas marginais, em tal região as estimativas de produção consumo de carnes desses animais, em 1996, registram déficits na produção da ordem de 91,4% e 492,1%, respectivamente (Tabela 10). Como no caso das carnes bovinas, se para suínos e aves for também considerado o consumo industrial, no fabrico de produtos derivados, os déficits deveriam ser bem maiores.

## 7. PERSPECTIVAS DE USO DOS SOLOS DOS TABULEIROS COSTEIROS

Até aqui procurou-se apresentar dados básicos para dar suporte ao item atual, no qual se pretende abordar aspectos relativos às agriculturas anual ou bianual, permanente, de sequeiro e irrigada nos tabuleiros. Serão levantadas as principais demandas de pesquisa necessárias para superar ou minimizar as limitações existentes.

### 7.1 AGRICULTURA ANUAL OU BIANUAL

Com referência à agricultura anual ou bianual (mandioca, abacaxi, maracujá, mamão, feijão, milho, amendoim, fumo, inhame etc.), algumas delas concentradas nos períodos chuvosos, uma primeira questão que surge é seu efeito na degradação física e química da camada arável. Sobre esse assunto, as Figuras 11 a 15 mostram o efeito do cultivo contínuo da mandioca na degradação de propriedades físicas em Latossolo Amarelo (Latossolo Amarelo)

de tabuleiro, em relação a uma área do mesmo solo sob mata, sendo que o cultivo da mandioca aumentou a densidade do solo (Figura 11) e a microporosidade (Figura 14) e reduziu a porosidade total (Figura 12), a macroporosidade (Figura 13) e o diâmetro médio ponderado de agregados (Figura 15); o aumento da microporosidade e a redução da macroporosidade e do diâmetro médio ponderado de agregados ocorreu basicamente na camada arável. Com relação às propriedades químicas, observa-se na Figura 16 a redução do teor de matéria orgânica do solo pelo cultivo contínuo da mandioca, enquanto que as Figuras 17 e 18 retratam, respectivamente, a redução do potássio do solo pelo cultivo da mandioca e o decréscimo na produção dessa cultura em cultivos sucessivos na mesma área, sem aplicação de potássio e na presença de 60 kg de N/ha e 80 kg de  $P_2O_5$ /ha, atribuindo-se à redução do teor de potássio do solo, de  $0,09 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , inicial e baixo, para  $0,04 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , após os três cultivos.

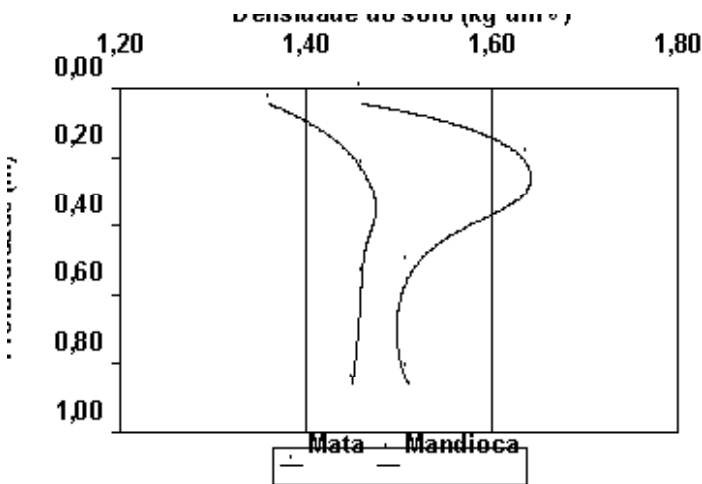


Figura 11 . Densidade do solo no perfil de Latossolo Amarelo (Latossolo Amarelo) sob mata e sob cultivo contínuo de mandioca, de 1977 a 1991, em Cruz das Almas-BA (Borges et al., 1999).

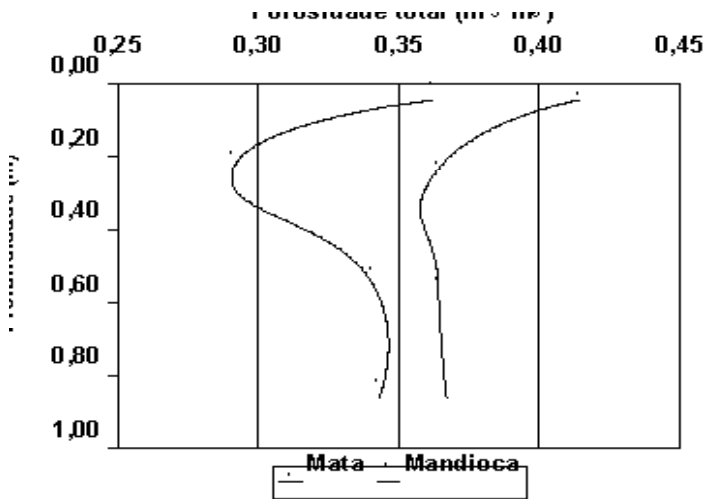


Figura 12 . Porosidade total do solo no perfil de Latossolo Amarelo (Latossolo Amarelo) sob mata e sob cultivo contínuo de mandioca, de 1977 a 1991, em Cruz das Almas-BA (Borges et al., 1999).

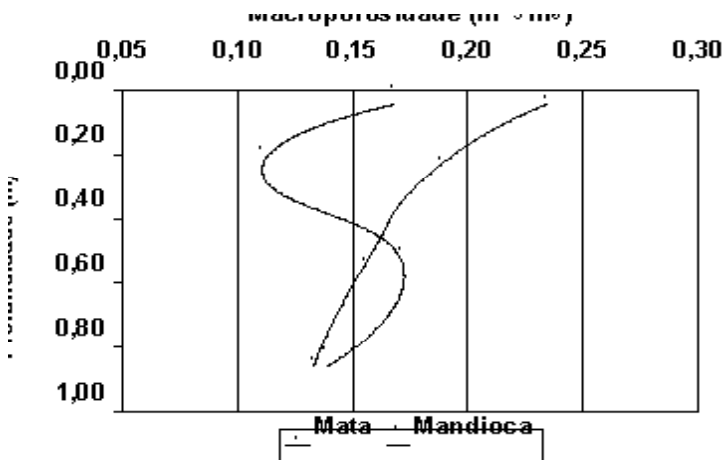


Figura 13 . Macroporosidade do solo no perfil de Latossolo Amarelo (Latossolo Amarelo) sob mata e sob cultivo contínuo de mandioca, de 1977 a 1991, em Cruz das Almas-BA (Borges et al., 1999).

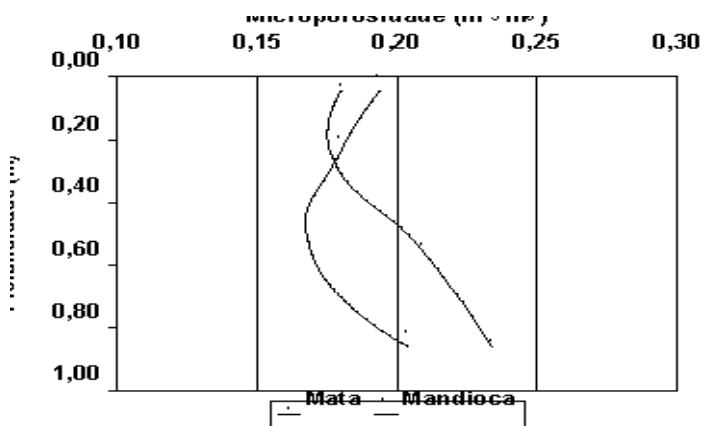


Figura 14. Microporosidade do solo no perfil de Latossolo Amarelo (Latossolo Amarelo) sob mata e sob cultivo contínuo de mandioca, de 1977 a 1991, em Cruz das Almas-BA (Borges et al., 1999).

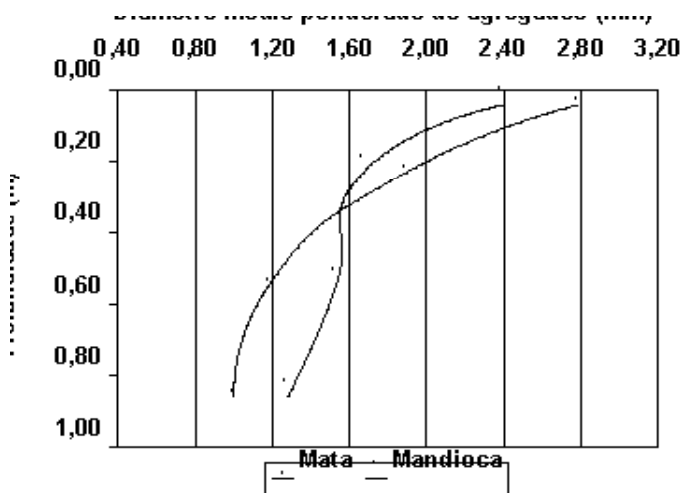


Figura 15. Diâmetro médio ponderado de agregados no perfil de Latossolo Amarelo (Latossolo Amarelo) sob mata e sob cultivo contínuo de mandioca, de 1977 a 1991, em Cruz das Almas-BA (Borges et al., 1999).

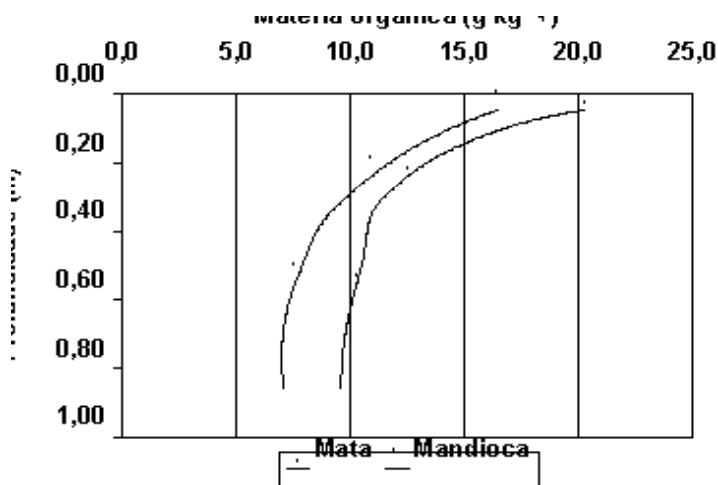


Figura 16 . Matéria orgânica do solo no perfil de Latossolo Amarelo (Latossolo Amarelo) sob mata e sob cultivo contínuo de mandioca, de 1977 a 1991, em Cruz das Almas-BA (Borges, 1993; Borges & Kiehl, 1996).

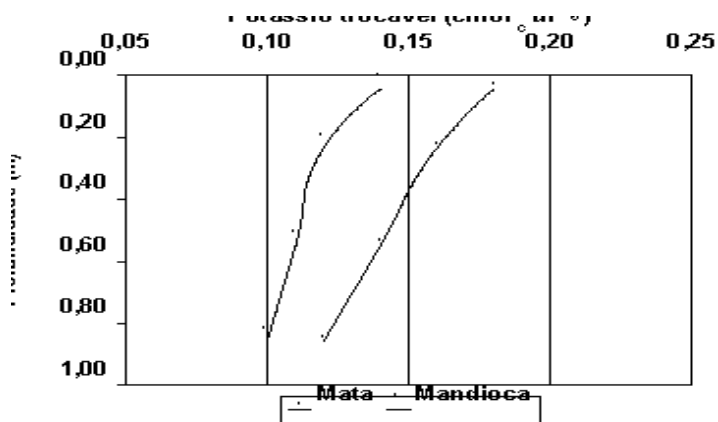


Figura 17. Potássio trocável no perfil de Latossolo Amarelo (Latossolo Amarelo) sob mata e sob cultivo contínuo de mandioca, de 1977 a 1991, em Cruz das Almas-BA (Borges, 1993).



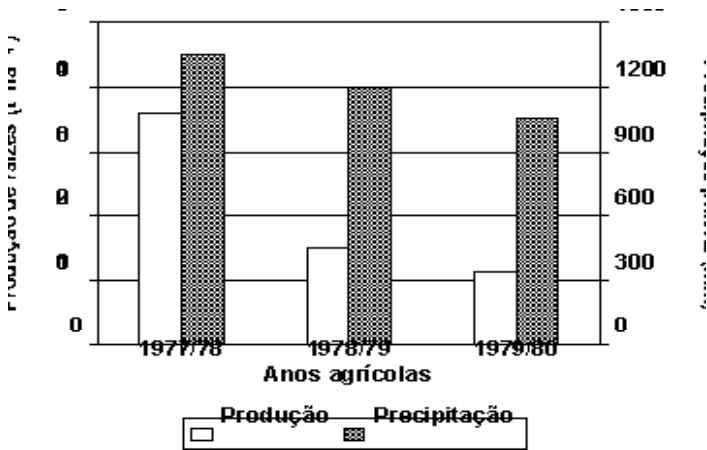


Figura 18. Produção de raízes de mandioca cultivada sucessivamente na mesma área, em Latossolo Amarelo (Latossolo Amarelo) de tabuleiro de Cruz das Almas-BA, sem aplicação de potássio e com aplicação anual de 60 kg de N e 80 kg de  $P_2O_5$ /ha (Gomes et al., 1983).

Um aspecto que não pode ser desconsiderado é que a mandioca normalmente é cultivada em solos já desgastados e/ou de aptidão inadequada para a cultura, e por produtores sem condições econômicas e/ou sem capacidade técnica para recuperá-los física e quimicamente.

É óbvio que outras culturas anuais e bianuais devem degradar menos os solos de tabuleiro, como é o caso do feijão, amendoim, abacaxi etc. No entanto, não restam dúvidas da fragilidade desses solos, em termos físicos e químicos.

Souza (1996) já alertava para os baixos teores de matéria orgânica, de soma de bases, de capacidade de troca catiônica e de saturação por bases nos solos de tabuleiro, limitando a obtenção de boas produtividades sem a aplicação de corretivo e fertilizantes. Há que se ressaltar que a maioria dos cultivos normalmente extrai e exporta grandes quantidades de nitrogênio e potássio (Malavolta, 1976). Estes aspectos são válidos tanto para a agricultura anual ou bianual como para a permanente, que será abordada no próximo item.

Os dados apresentados possivelmente explicam as baixas produtividades das culturas anuais ou bianuais cultivadas nos tabuleiros (Tabela 11), presumindo-se que, embora já existam recomendações de calagem e adubação definidas para quase todas elas, para a região em questão, a utilização desses insumos está aquém do necessário. Além disso, a adoção de um manejo do solo e cultural inadequado e, principalmente, a ocorrência de déficits hídricos

constantes, devem também estar contribuindo para as baixas produtividades, estes últimos prejudicando em maior grau as culturas de ciclo mais longo (abacaxi, mamão, maracujá, mandioca, inhame etc.).

Plantios bem conduzidos de abacaxi nos tabuleiros, com precipitação normal, têm produzido 35 t ha<sup>-1</sup>, enquanto que os de mamão do tipos Solo **Tabela 11**. Produtividade média de culturas anuais ou bianuais nos solos de tabuleiros e no Brasil, segundo dados do IBGE-SIDRA (2000).

Culturas	Produtividade média nos solos de tabuleiro	Produtividade média do Brasil <sup>1</sup>
	----- kg ha <sup>-1</sup> -----	
Abacaxi	17.719	47.237
Algodão herbáceo em caroço	737	2.068
Amendoim em casca	1.053	1.782
Arroz em casca	2.229	3.079
Batata-doce	4.966	
Feijão em grãos	351	665
Fumo em folha	1.118	-
Inhame	4.927	-
Mamão	14.995	19.150
Mandioca	6.645	13.092
Maracujá	4.134	9.210
Melão	8.133	10.738
Milho em grãos	625	2.624
Soja em grãos	1.195	2.442

<sup>1</sup> Segundo FNP (2000).

e Formosa têm produzido, respectivamente, 60 e 100 t ha<sup>-1</sup>, no primeiro ano. Já para a mandioca, em anos de precipitação normal e com um manejo adequado não é difícil alcançar 25 t ha<sup>-1</sup> nos tabuleiros. Plantios de maracujá irrigados, nos tabuleiros, têm produzido cerca de 13 e 19 t ha<sup>-1</sup> no primeiro e segundo ano, respectivamente.

O confronto entre os dados de produção e de consumo domiciliar na região dos tabuleiros (itens 6.1 e 6.2) revelou superávits de produção para batata-doce, inhame, mandioca (consumida como farinha, fécula e aipim ou macaxeira) e abacaxi e déficits para arroz, milho (consumido como grãos, amido, creme, flocos e fubá), feijão maracujá e melão (Tabelas 8 e 9). Das culturas com déficits de produção, acredita-se que as possibilidades de mercado seriam mais favoráveis para arroz, feijão e milho, além da soja, todas elas importadas de regiões produtoras distantes do Brasil, as duas últimas

mesmo do exterior pelos criadores de suínos e aves localizados nos tabuleiros. O déficit estimado de arroz é de 682,4, o de feijão é de 215,3, o de milho é de 427,3 e o de soja é de 107,0, todos expressos em mil toneladas.

Quanto ao maior incentivo à produção de arroz e feijão na região, para suprir os déficits existentes, seria necessária uma análise da viabilidade técnica e, também, da competitividade com outras regiões.

Acredita-se ser mais viável o incremento da produção de milho e, quem sabe, de soja. A análise da estrutura fundiária da região dos tabuleiros revelou que 58,9% da área total é ocupada por propriedades com mais de 200 hectares (Tabela 2), sendo que aproximadamente 40% da área total é ocupada por pastagens naturais ou plantadas (Tabela 4), concentradas, evidentemente, nos maiores extratos de áreas. Considerando-se a baixa lucratividade atual da atividade pecuária, restringindo o uso de insumos ou mantendo a costumeira baixa utilização destes nas pastagens, o que conduz à sua rápida degradação e redução da produtividade dos rebanhos, é possível que uma análise mais acurada possa redirecionar parte desta atividade para a produção de milho e soja. Como aspectos favoráveis ter-se-ia, além do mercado potencial já identificado, a elevada profundidade dos solos e a topografia plana a suave ondulada, favorecendo a mecanização e o controle da erosão. Os baixos teores de nutrientes nos solos de tabuleiro, um aspecto aparentemente desfavorável, poderia ser suprido pela aplicação de calcário e adubos, desde que suportada por análises econômica e de competitividade. Sobre esse último aspecto, vale lembrar que na região de Barreiras (BA), tradicional produtora de milho e soja, predominam Latossolos Vermelho-Amarelos (Latossolos Vermelho-Amarelos) distróficos, fase cerrado, de textura média (Jacomine et al., 1976), bem mais pobres em nutrientes que os solos de tabuleiros.

Embora a produção de mandioca supere o consumo na região dos tabuleiros, o superávit é pequeno (Tabela 9) e sabe-se que o produto é consumido quase que totalmente sob a forma de farinha, sendo que nos últimos anos este produto tem sido importado de estados do Sul do País, principalmente do Paraná, para complementar o abastecimento da Região Nordeste como um todo. Assim, uma alternativa viável para a região dos tabuleiros seria o incremento da produção da mandioca voltada para a produção de farinha, para suprir o déficit existente no Nordeste, e, principalmente, para a produção de fécula, produto consumido em ampla escala em vários ramos industriais desta região; como tal produto é produzido nesta região apenas em pequena escala artesanal, exclusivamente para consumo doméstico, sendo importado de outras regiões para consumo industrial, o mercado é bastante favorável.

É evidente que o incentivo de programas governamentais em muito ajudaria nos redirecionamentos levantados como possibilidades, seja incentivando produtores já estabelecidos na região dos tabuleiros ou atraindo-os de outras regiões. Também seria importante o incentivo à organização dos produtores em associações ou cooperativas, visando o fortalecimento dos mesmos frente à aquisição de insumos e máquinas agrícolas e, principalmente, frente ao mercado.

Em qualquer situação, uma exigência básica é a definição de sistemas de manejo do solo mais eficientes, ou seja, mais produtivos, menos custosos e que conservem o solo. Um aspecto fundamental é que tais sistemas visem maior armazenamento, conservação e aproveitamento das águas pluviais, como também o aprofundamento do sistema radicular das culturas. Neste sentido, trabalho realizado por Carvalho et al. (1999), visando avaliar a variabilidade genética em mandioca quanto à capacidade do sistema radicular em penetrar em camadas compactadas, revelou que os genótipos 194/16 e 189/11 foram “imunes” à compactação, inclusive produzindo mais raízes na maior compactação; ‘Cidade Rica’, ‘Aipim Saracura’ e ‘Cigana Preta’ foram pouco afetados pela compactação, com uma pequena redução no crescimento radicular; ‘Aipim Paraguai’, ‘Aipim Manteiga’ e 47/19 foram medianamente influenciados pela compactação, com rendimentos relativos de raízes entre 47 e 68%; e, por fim, ‘Aipim Casca Roxa’, 184/22, 128/8 e ‘Aipim Rosa’ foram os mais prejudicados pela compactação, com rendimentos relativos de raízes entre 18 e 31% (Tabela 12). Esses dados reforçam a necessidade de se buscar genótipos mais adaptados ao ecossistema dos tabuleiros, não apenas para mandioca, mas para todas as culturas nele cultivadas.

## 7.2 AGRICULTURA PERMANENTE

Diante dos dados apresentados no item anterior, sobre a degradação de propriedades físicas e químicas de solo de tabuleiro pela agricultura anual ou bianual, poder-se-ia admitir, preliminarmente, que os tabuleiros seriam mais indicados para a agricultura permanente (acerola, banana, café, caju, cana-de-açúcar, citros, coco-da-baía, goiaba, graviola, manga, silvicultura, pastagem etc.), pela menor movimentação do solo que proporcionam.

No entanto, isso não é verdadeiro, como se observa nas Figuras 19 a 25, onde o cultivo de banana (15 anos na mesma área), citros (41 anos) e

**Tabela 12.** Avaliação de genótipos de mandioca quanto à capacidade do sistema radicular em penetrar em camadas compactadas (Carvalho et al., 1999).

Genótipos de Mandioca	Rendimento relativo (%) <sup>1</sup>		
	Altura da planta	Peso de parte aérea	Peso de raízes
47/19	113 a <sup>2</sup>	121 b	47 c
Cigana Preta	108 a	103 b	94 b
Aipim Casca Roxa	98 a	142 a	28 d
184/22	94 a	127 b	31 d
Aipim Paraguai	116 a	110 b	68 c
194/16	91 a	118 b	146 a
128/8	156 a	138 a	19 d
Cidade Rica	116 a	114 b	97 b
189/11	102 a	103 b	131 a
Aipim Manteiga	108 a	124 b	67 c
Aipim Rosa	119 a	116 b	22 d
Aipim Saracura	117 a	174 a	94 b

<sup>1</sup> Rendimento relativo = (medida na densidade do solo de 1,7 kg dm<sup>-3</sup> ÷ medida na densidade do solo de 1,3 kg dm<sup>-3</sup>) x 100

<sup>2</sup> Valores com a mesma letra, na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de agrupamento de Scott-Knott.

manga (15 anos), quando comparados com uma área sob mata, em Latossolo Amarelo (Latossolo Amarelo) de tabuleiro de Cruz das Almas (BA), aumentaram a densidade do solo (Figura 19) e a microporosidade (Figura 22) e reduziram a porosidade total (Figura 20), a macroporosidade (Figura 21) e o diâmetro médio ponderado de agregados (Figura 23). Quanto à matéria orgânica do solo, as culturas de banana, citros e manga apresentaram maiores teores que a mata (Figura 24). O teor de potássio no solo sob cultivo da manga superou o da mata (Figura 25), podendo ser resultado de adubações potássicas, enquanto que citros e banana apresentaram menores teores que a mata, possivelmente por serem culturas que extraem e exportam grandes quantidades do nutriente.

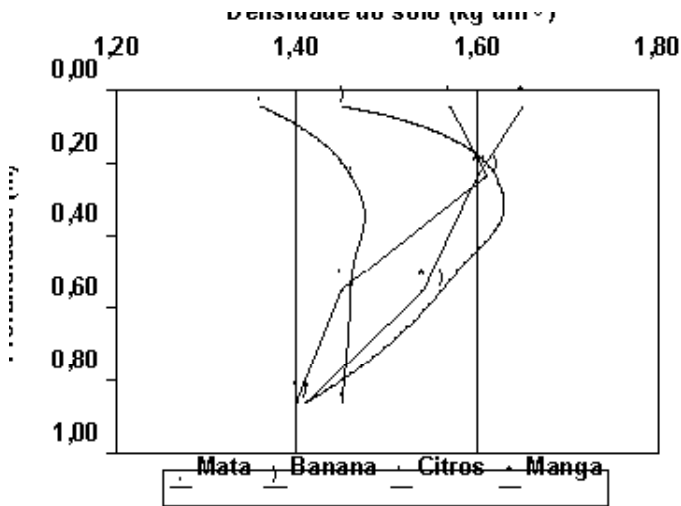


Figura 19. Densidade do solo no perfil de Latossolo Amarelo (Latossolo Amarelo) sob mata e sob cultivos de banana (15 anos), citros (41 anos) e manga (15 anos), em Cruz das Almas-BA (Borges et al., 1999).

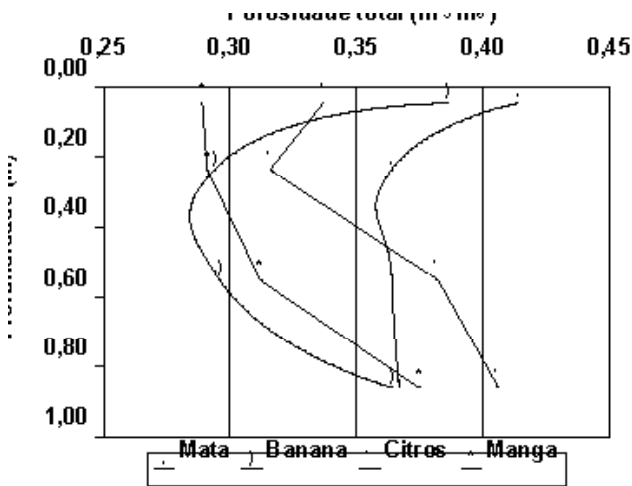


Figura 20. Porosidade total do solo no perfil de Latossolo Amarelo (Latossolo Amarelo) sob mata e sob cultivos de banana (15 anos), citros (41 anos) e manga (15 anos), em Cruz das Almas-BA (Borges et al., 1999).

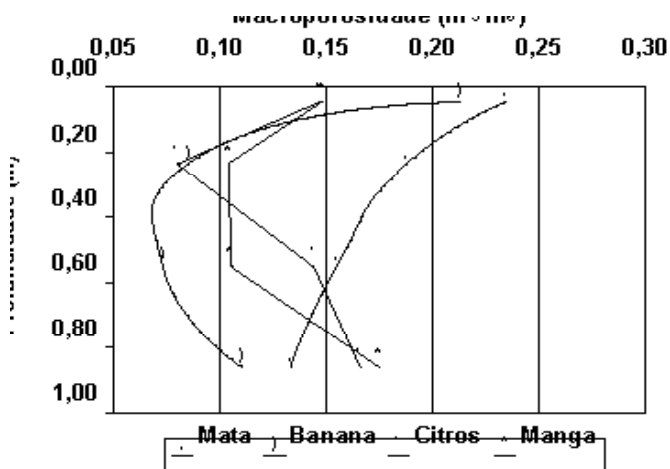


Figura 21. Macroporosidade do solo no perfil de Latossolo Amarelo (Latossolo Amarelo) sob mata e sob cultivos de banana (15 anos), citros (41 anos) e manga (15 anos), em Cruz das Almas-BA (Borges et al., 1999).

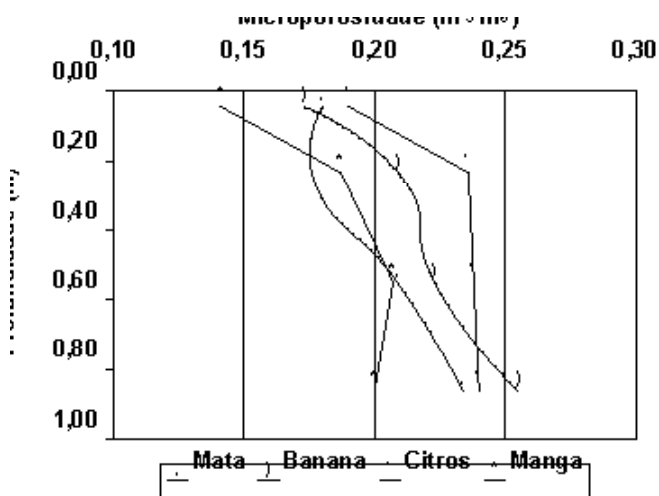


Figura 22. Microporosidade do solo no perfil de Latossolo Amarelo (Latossolo Amarelo) sob mata e sob cultivos de banana (15 anos), citros (41 anos) e manga (15 anos), em Cruz das Almas-BA (Borges et al., 1999).

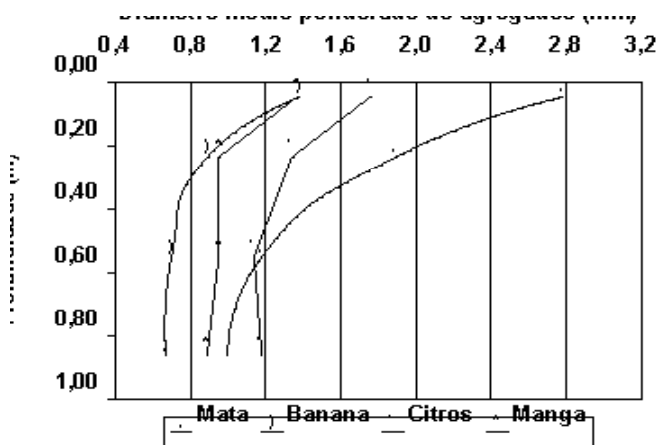


Figura 23. Diâmetro médio ponderado de agregados no perfil de Latossolo Amarelo (Latossolo Amarelo) sob mata e sob cultivos de banana (15 anos), citros (41 anos) e manga (15 anos), em Cruz das Almas-BA (Borges, 1993).

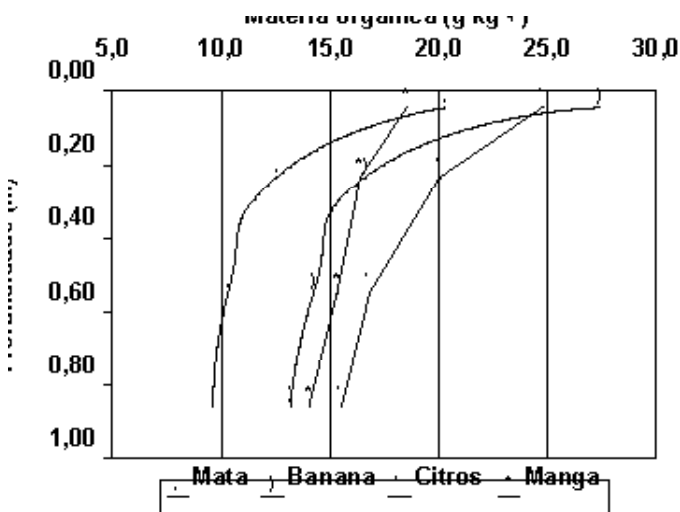


Figura 24. Matéria orgânica do solo no perfil de Latossolo Amarelo (Latossolo Amarelo) sob mata e sob cultivos de banana (15 anos), citros (41 anos) e manga (15 anos), em Cruz das Almas-BA (Borges, 1993; Borges & Kiehl, 1996).



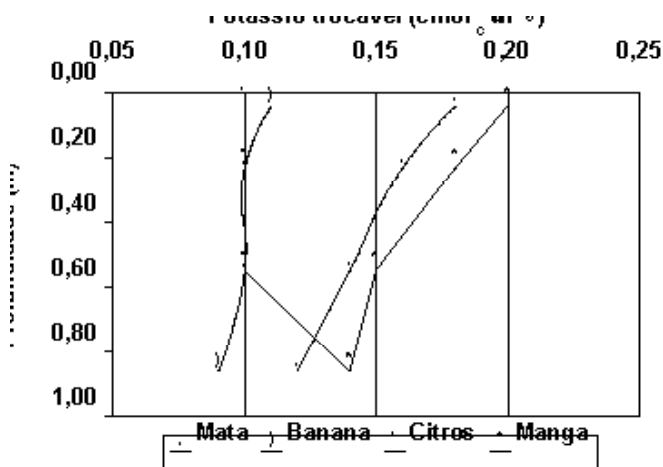


Figura 25. Potássio trocável no perfil de Latossolo Amarelo (Latossolo Amarelo) sob mata e sob cultivos de banana (15 anos), citros (41 anos) e manga (15 anos), em Cruz das Almas-BA (Borges, 1993).

De forma semelhante, Silva & Ribeiro (1998) e Silva et al. (1998) observaram na cultura da cana-de-açúcar (Figuras 26 a 32), em comparação com a vegetação nativa, em Latossolo Amarelo (Latossolo Amarelo) de tabuleiro de São Miguel dos Campos (AL), um impacto negativo do primeiro plantio da cana no aumento da densidade do solo (Figura 26) e na redução da porosidade total (Figura 27), da macroporosidade (Figura 28), da condutividade hidráulica saturada (Figura 30), do teor de matéria orgânica do solo (Figura 31) e do potássio trocável (Figura 32); o comportamento do cálcio e do magnésio foi semelhante ao do potássio. Após 18 e 25 anos de cultivo, o manejo adotado promoveu uma recuperação em todas as propriedades do solo citadas, confirmando a importância de se adotar práticas adequadas de cultivo nos solos de tabuleiro, em função da sua fragilidade física e química. O manejo adotado foi o seguinte: no primeiro plantio e a cada seis anos, quando da renovação do canavial, foram feitas duas gradagens pesadas e abertura dos sulcos com sulcador; foram feitas, nessa ocasião, uma adubação NPK de acordo com a análise do solo e uma aplicação de torta de filtro no sulco de plantio; anualmente, foram administradas adubações em cobertura, com base na análise do solo, utilizando, em média, 495 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 16-00-24, além de uma a duas limpas e aplicação de herbicidas; também foram aplicados, em média, cerca de 400 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de vinhaça na área estudada.

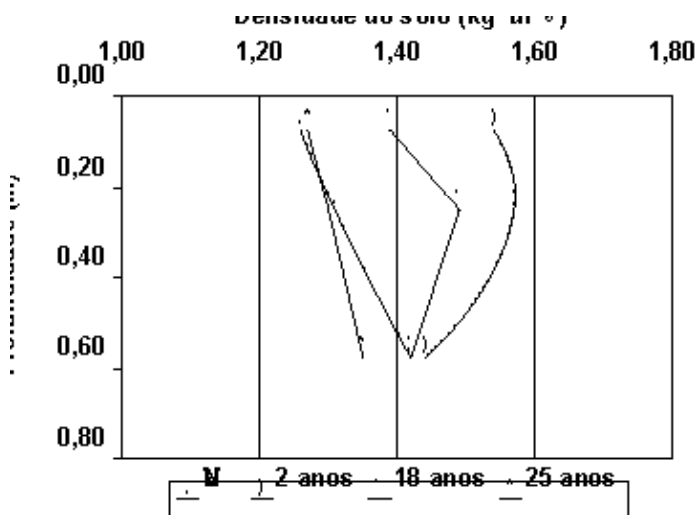


Figura 26. Densidade do solo no perfil em Latossolo Amarelo (Latossolo Amarelo) sob vegetação nativa (VN) e sob diferentes tempos de cultivo contínuo da cana-de-açúcar, em São Miguel dos Campos-AL (Silva et al., 1998).

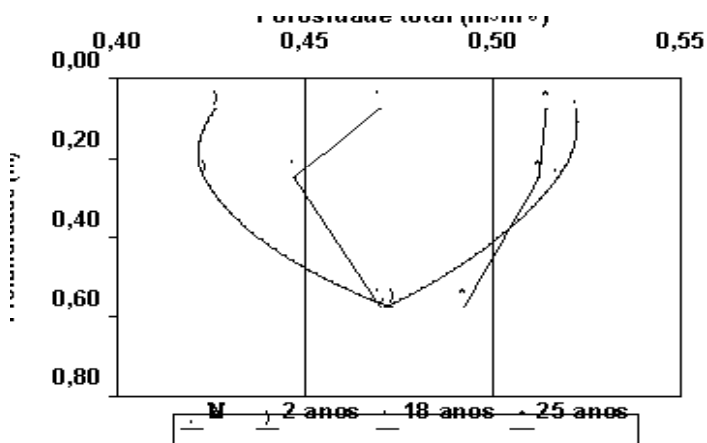


Figura 27. Porosidade total no perfil em Latossolo Amarelo (Latossolo Amarelo) sob vegetação nativa (VN) e sob diferentes tempos de cultivo contínuo da cana-de-açúcar, em São Miguel dos Campos-AL (Silva et al., 1998).

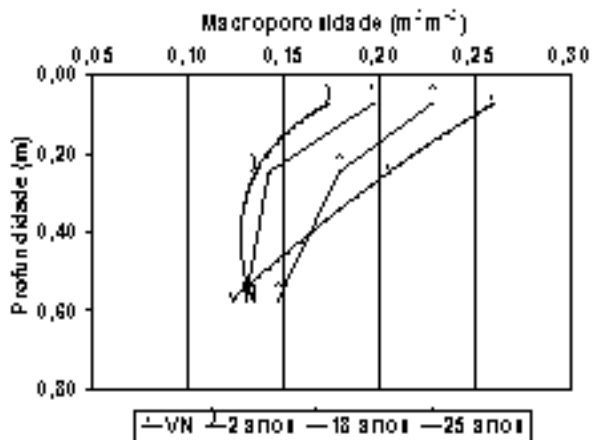


Figura 28. Macroporosidade no perfil em Latossolo Amarelo (Latossolo Amarelo) sob vegetação nativa (VN) e sob diferentes tempos de cultivo contínuo da cana-de-açúcar, em São Miguel dos Campos-AL (Silva et al., 1998).

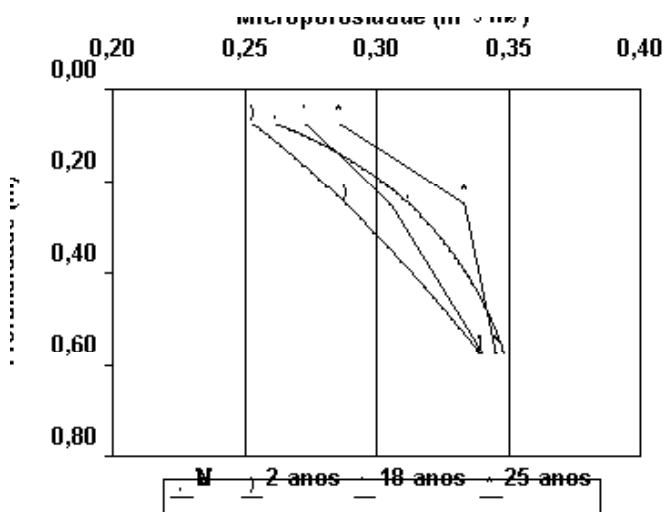


Figura 29. Microporosidade no perfil em Latossolo Amarelo (Latossolo Amarelo) sob vegetação nativa (VN) e sob diferentes tempos de cultivo contínuo da cana-de-açúcar, em São Miguel dos Campos-AL (Silva et al., 1998).

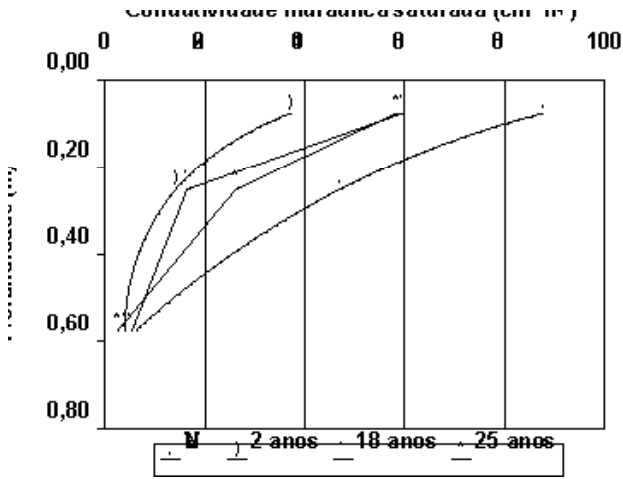


Figura 30. Condutividade hidráulica saturada no perfil em Latossolo Amarelo (Latossolo Amarelo) sob vegetação nativa (VN) e sob diferentes tempos de cultivo contínuo da cana-de-açúcar, em São Miguel dos Campos-AL (Silva et al., 1998).

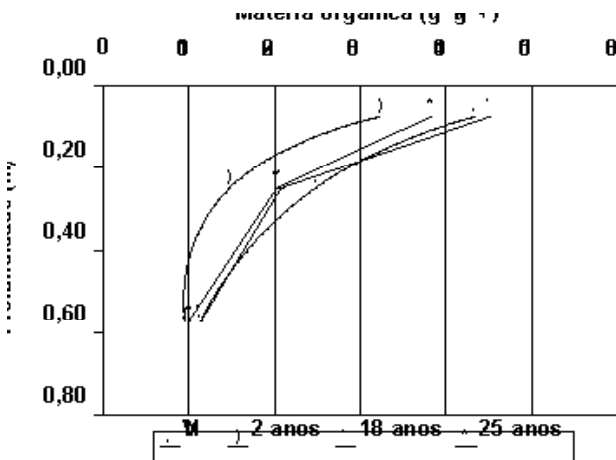


Figura 31. Matéria orgânica do solo no perfil em Latossolo Amarelo (Latossolo Amarelo) sob vegetação nativa (VN) e sob diferentes tempos de cultivo contínuo da cana-de-açúcar, em São Miguel dos Campos-AL (Silva & Ribeiro, 1998).

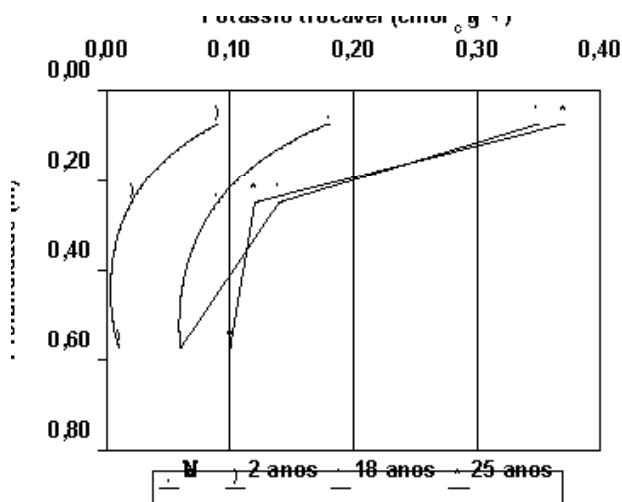


Figura 32. Potássio trocável no perfil em um Latossolo Amarelo (Latossolo Amarelo) sob vegetação nativa (VN) e sob diferentes tempos de cultivo contínuo da cana-de-açúcar, em São Miguel dos Campos-AL (Silva & Ribeiro, 1998).

Além desse aspecto, um outro grande obstáculo à agricultura permanente nos tabuleiros são os longos períodos de déficits hídrico observados na região (Figuras 4 a 9), permanecendo o solo um bom tempo durante o ano sem água disponível para as plantas (Figura 10).

Da mesma forma que observado para a agricultura anual ou bianual, no caso da agricultura permanente também foram constatadas baixas produtividades nos tabuleiros (Tabela 13), atribuindo-se às mesmas razões já apresentadas para a agricultura anual ou bianual.

Em plantios bem conduzidos de citros nos tabuleiros, com precipitação normal ou irrigação, pode-se atingir produtividades de até 40 t ha<sup>-1</sup>, enquanto que plantios irrigados de banana 'Prata Anã' têm produzido cerca de 15, 23 e 32 t ha<sup>-1</sup> no primeiro, segundo e terceiro ano, respectivamente.

O confronto entre os dados de produção e de consumo domiciliar na região dos tabuleiros (itens 6.1 e 6.2) revelou superávites de produção para banana, laranja, manga e coco-da-baía e déficit para café (Tabela 8), embora neste caso, como os dados levantados são relativos ao ano de 1996, acredita-se que a situação atual seja mais favorável. Embora não existam dados de consumo disponíveis para a cana-de-açúcar (Tabela 9), pressupõe-se que ela também tenha uma produção superavitária em relação ao consumo.

**Tabela 13.** Produtividade média de culturas permanentes nos solos de tabuleiros e no Brasil, segundo dados do IBGE-SIDRA (2000).

Culturas	Produtividade média nos solos de tabuleiro	Produtividade média do Brasil <sup>1</sup>
	----- kg ha <sup>-1</sup> -----	
Acerola (t)	3.235	-
Algodão arbóreo em caroço (t)	121	396
Banana (t)	7.960	12.915
Cacau (amêndoa) (t)	349	402
Café beneficiado (t)	410	718
Cana-de-açúcar	48.593	69.253
Castanha de caju (t)	312	273
Citros (t)	5.266	15.725
Coco-da-baía (t)	221	7.659
Cravo-da-índia (t)	2.652	-
Dendê (coco) (t)	8.744	10.150
Goiaba (t)	4.228	22.770
Graviola (mil frutos)	288	-
Guaraná (t)	7.952	-
Manga (t)	10.907	12.777
Pimenta do reino (t)	679	-

<sup>1</sup> Segundo FNP (2000).

Como ocorreu para a agricultura anual ou bianual, não é fácil identificar novas alternativas, em termos de agricultura permanente, para a região dos tabuleiros. Acredita-se ser importante avaliar a situação da cultura do café, apoiando-se em dados mais atuais, para avaliar a viabilidade do seu incremento. De qualquer modo, para todas elas é importante um trabalho de conscientização dos produtores, no sentido de cada vez mais se profissionalizarem, ou seja, de buscarem atingir maior eficiência na produção e na venda dos produtos, para conseguirem maior lucratividade e tornar a atividade sustentável; para isso, um aspecto fundamental é a organização dos mesmos em associações ou cooperativas, conforme já abordado.

Nesse sentido, entre outras práticas culturais que merecem atenção visando a maior eficiência na produção, o aperfeiçoamento dos sistemas de manejo do solo em uso adquire maior importância, pelas limitações agrícolas apresentadas pelos solos de tabuleiro e por ser primordial para o sucesso das demais práticas culturais e, conseqüentemente, da atividade como um todo.

Apenas como exemplo, a baixa longevidade dos pomares cítricos na região dos tabuleiros advém, dentre outras supostas causas (produção na maior parte do ano, sobrecarregando as plantas; manejo cultural insuficiente etc.), dos baixos teores de nutrientes no solo e dos estresses hídricos constantes, estes resultantes da concentração do sistema radicular na camada superficial do solo, da restrita dinâmica e armazenamento da água no perfil, ambos em função do adensamento do solo, e do regime hídrico da região, com a ocorrência de vários períodos de estiagem durante o ano. Acredita-se que o manejo do solo poderá melhorar em muito a longevidade dos pomares cítricos. Um outro exemplo seria o da cana-de-açúcar, em cujas áreas cultivadas, além do adensamento pedogenético, tem sido constatada a presença de camadas compactadas resultantes do preparo inadequado do solo e do excessivo trânsito de máquinas (tratores, caminhões etc.) sobre o mesmo. Tanto as camadas compactadas como o adensamento estão restringindo o crescimento radicular em profundidade (Mello Ivo, 1999) e a dinâmica da água no perfil, aumentando os efeitos negativos dos déficits hídricos causados pelos freqüentes períodos de estiagem na região e, conseqüentemente, reduzindo a produtividade da cultura. Entre as principais demandas do setor sucroalcooleiro nordestino, Ximenes Filho (1997) situa o manejo adequado dos solos de tabuleiros.

### 7.3 AGRICULTURA DE SEQUEIRO

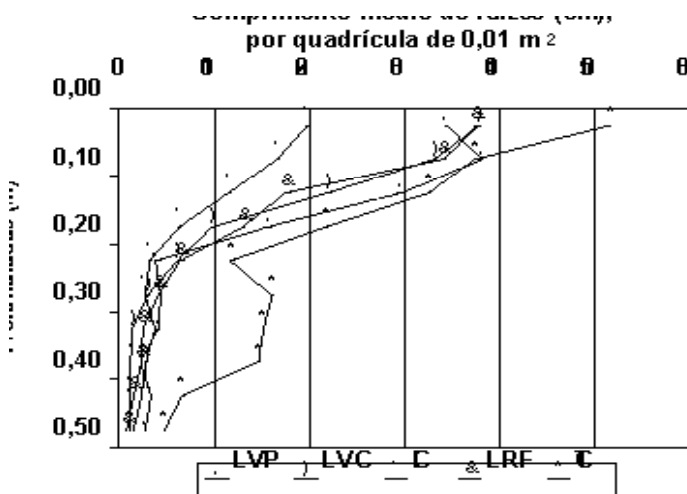
Um grande obstáculo à agricultura de sequeiro na região dos tabuleiros, seja ela anual ou bianual ou permanente, são os longos períodos de déficit hídrico observados na região (Figuras 4 a 9), permanecendo o solo um bom tempo durante o ano sem água disponível para as plantas (Figura 10), podendo-se considerar a principal causa das baixas produtividades das culturas na região (Tabelas 11 e 13). Portanto, uma exigência básica é a definição de sistemas de manejo do solo que visem maior armazenamento, conservação e aproveitamento das águas pluviais, como também o aprofundamento do sistema radicular das culturas.

Nesse sentido, Cintra et al. (1999), avaliando a distribuição do sistema radicular de porta-enxerto de citros em Argissolo Acinzentado (Podzólico Acinzentado) de tabuleiro do Estado de Sergipe, concluíram que a restrição ao aprofundamento do sistema radicular, imposta pelas camadas coesas superficiais, constituiu-se em um dos principais fatores responsáveis pela vulnerabilidade dos citros aos déficits hídricos comum na área estudada. Dos porta-enxertos estudados, o limão 'Cravo' foi o que apresentou menor volume

total de raízes e a tangerina 'Cleópatra' o que apresentou maior volume, além de demonstrar leve tendência para o aprofundamento do sistema radicular (Figura 33). O balanço hídrico realizado para os porta-enxertos considerados no trabalho permitiu concluir que, na área estudada, a maior demanda hídrica da laranja 'Pera' aconteceu nos meses de outubro e novembro, como também no final do período seco, durante a fase de maturação dos frutos (Cintra et al., 2000). Com base na evapotranspiração apresentada pelos porta-enxertos estudados, nos estádios fenológicos de maior demanda hídrica, foi possível concluir que o limão 'Cravo' foi o porta-enxerto que apresentou melhores características de adaptação, enquanto que a tangerina 'Cleópatra' foi o menos adaptado (Figura 34).

Ao avaliar a tolerância de porta-enxertos de citros ao alumínio, Magalhães (1987) observou que nenhum deles conseguiu vegetar a partir da aplicação de  $160 \text{ mg dm}^{-3}$  de Al no solo. O limão 'Rugoso da Flórida FM', seguido da tangerina 'Cleópatra' e do limão 'Cravo', foram os que se mostraram mais tolerantes ao alumínio (Figura 35).

Como já observado para a cultura da mandioca (Tabela 12), esses dados reforçam a necessidade de se buscar genótipos mais adaptados ao ecossistema dos tabuleiros.



**Figura 33.** Distribuição em profundidade do sistema radicular dos porta-enxertos de citros limão 'Volcameriano Palermo' (LVP), limão 'Volcameriano Catânia' (LVC), limão 'Cravo' (LC), limão 'Rugoso da Flórida' (LRF) e tangerina 'Cleópatra' (TC), independentemente da distância lateral, em Argissolo Acinzentado (Podzólico Acinzentado) de tabuleiro de Umbaúba-SE (Cintra et al., 1999).



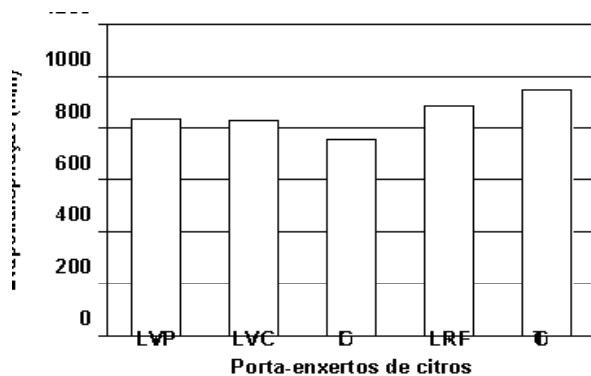


Figura 34. Evapotranspiração apresentada pelos porta-enxertos de citros limão ‘Volcameriano Palermo’ (LVP), limão ‘Volcameriano Catânia’ (LVC), limão ‘Cravo’ (LC), limão ‘Rugoso da Flórida’ (LRF) e tangerina ‘Cleópatra’ (TC), no ano de 1995, em Argissolo Acinzentado (Podzólico Acinzentado) de tabuleiro de Umbaúba-SE (Cintra et al., 2000).

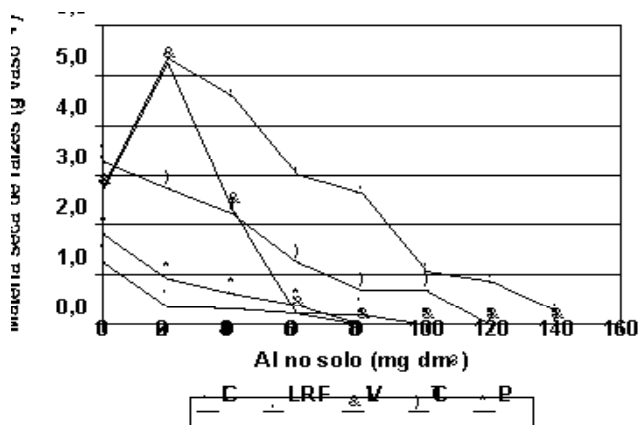


Figura 35. Tolerância dos porta-enxertos de citros limão ‘Cravo’ (LC), limão ‘Rugoso da Flórida FM’ (LRF), limão ‘Volcameriano’ (LV), tangerina ‘Cleópatra’ (TC) e laranja ‘Palmeira’ (LP), segundo Magalhães (1987).

Em termos de manejo do solo, resultados promissores foram obtidos por Carvalho et al. (1998) para minimizar o problema causado pelos constantes déficits hídricos no ecossistema em questão. Comparando com o sistema em uso pelo produtor (três capinas manuais nas linhas e três gradagens nas entrelinhas, por ano), os autores avaliaram uma tecnologia composta de duas etapas: a) controle químico do mato nas linhas de plantio, em duas épocas do ano (março/abril e setembro/outubro), com um herbicida pós-emergente à base de glifosate, formando-se uma cobertura morta do solo sob a copa das plantas; e b) plantio de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) nas entrelinhas do pomar, no início das águas (março/abril), associado ou não com a subsolagem da área, ceifando-o ao final das águas (setembro/outubro) e deixando a massa verde produzida como cobertura morta do solo nas entrelinhas. O crescimento vigoroso e as propriedades aleloquímicas do feijão-de-porco inibem o desenvolvimento de plantas daninhas, dispensando o seu controle. O sistema radicular vigoroso do feijão-de-porco, ao penetrar na camada coesa, melhora as propriedades físicas do solo (reduz a densidade do solo e aumenta a porosidade total e a macroporosidade), permitindo maior aprofundamento do sistema radicular dos citros (Figuras 36 e 37), além de aumentar a infiltração (Figura 38) e o armazenamento de água no solo. As coberturas mortas produzidas sob a copa das plantas e nas entrelinhas do pomar contribuem para conservar por mais tempo a umidade no solo. Com isto, é maior o aproveitamento das águas pluviais. Como resultados finais têm sido obtidos aumentos de produtividade de cerca de 50% pelo uso da tecnologia proposta (Figura 39), em relação ao sistema do produtor, acompanhado por uma redução de igual valor percentual nos custos de controle das plantas daninhas. Acredita-se, finalmente, que a nova tecnologia contribuirá para aumentar a longevidade das plantas cítricas na região considerada.

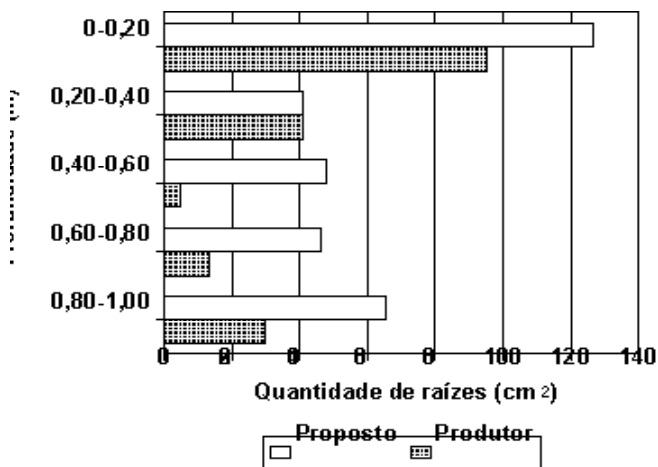


Figura 36. Distribuição do sistema radicular da laranja 'Pera' em profundidade no perfil de Latossolo Amarelo (Latossolo Amarelo) de tabuleiro, em dois sistemas de manejo, em Conceição do Almeida-BA (Carvalho et al., 1999).

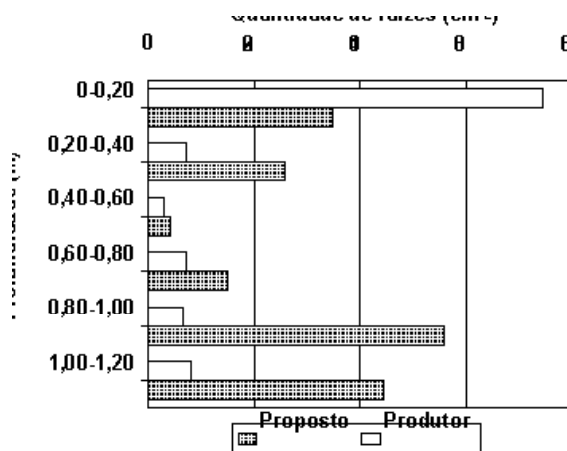


Figura 37. Distribuição do sistema radicular da laranja 'Pera' em profundidade no perfil de Latossolo Amarelo (Latossolo Amarelo) de tabuleiro, em dois sistemas de manejo, em Lagarto-SE (Carvalho et al., 1999).

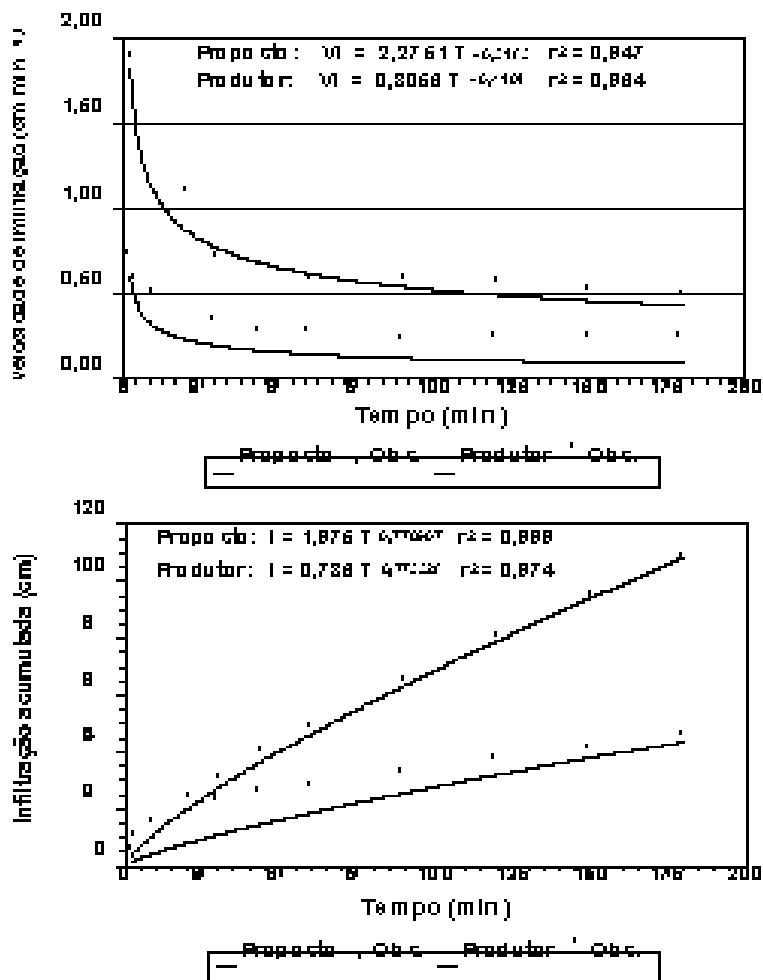


Figura 38. Infiltração de água em Latossolo Amarelo (Latossolo Amarelo) de tabuleiro, em dois sistemas de manejo do solo na cultura dos citros, em Conceição do Almeida-BA (Carvalho et al., 1998).

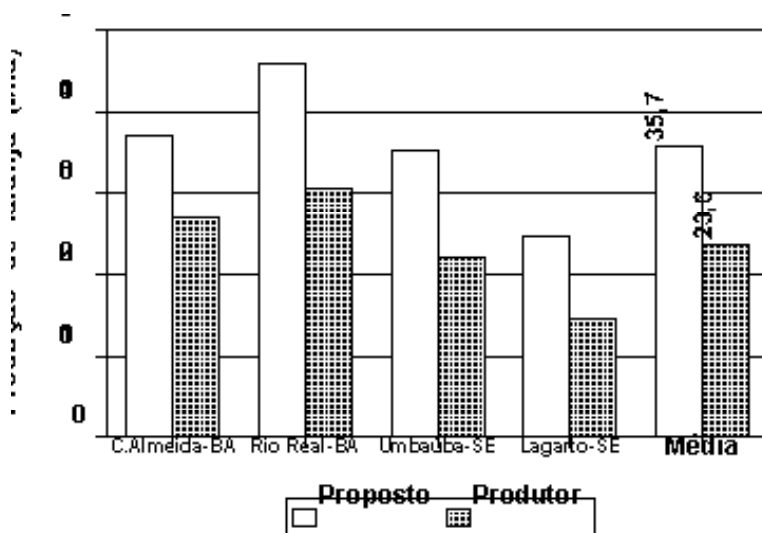


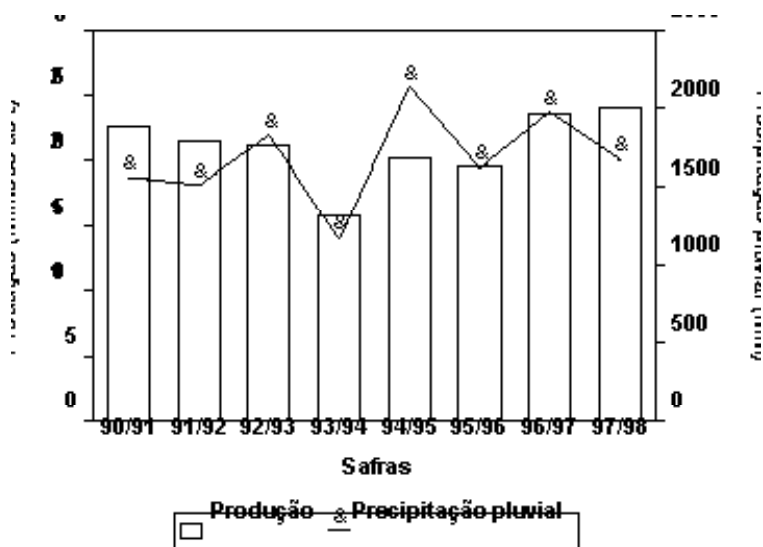
Figura 39. Produção de laranja 'Pera' em solos de tabuleiro, em dois sistemas de manejo do solo, em municípios localizados na Bahia e em Sergipe (Carvalho et al., 1998).

## 7.4 AGRICULTURA IRRIGADA

No item anterior foi visto que o melhor aproveitamento das águas pluviais pelo novo manejo proposto para a cultura dos citros trouxe resultados muito satisfatórios, em termos de aumento de produtividade. Assim, é de se esperar que seja viável e econômico o uso da irrigação no ecossistema dos tabuleiros, principalmente em fruticultura, já que a essencialidade do suprimento de água para as plantas está mais do que comprovado. A irrigação contribuiria para garantir e aumentar a produtividade, melhorar a qualidade do produto, manter a regularidade da produção e aumentar a longevidade das plantas, reduzir o risco do uso de corretivos e adubos e aumentar a eficiência destes, contribuindo ainda para melhorar a competitividade com outras regiões do País. Aliás, vários plantios irrigados de mamão, graviola, goiaba, banana, abacaxi, maracujá, coco-da-baía ou café já são encontrados nos tabuleiros localizados no Extremo Sul da Bahia, no Platô de Neópolis (SE) e no Litoral Paraibano. Um aspecto complementar a considerar é que a coesão do solo não se manifesta em condições de solo úmido; assim, sob irrigação, o solo mantém-se úmido e friável, com uma pequena resistência ao crescimento do sistema radicular das plantas (Figura 3), sem se constituir em impedimento físico, permitindo o aprofundamento do mesmo e uma maior exploração do perfil do solo.

Neste mesmo sentido, a variabilidade da produção de cana-de-açúcar no tempo, que ocorre no Nordeste brasileiro, em comparação com o Centro/Sul, coloca-se como um dos grandes desafios a ser solucionado pelo uso da tecnologia, para dar condições de competitividade ao setor nordestino. Esta variabilidade, segundo levantamentos do setor, está intimamente relacionada à disponibilidade de água, função da precipitação pluvial em cada safra (Figura 40). Sendo assim, atualmente a grande questão tecnológica está vinculada à melhoria da tecnologia para irrigação da cana-de-açúcar, com determinação de quantidade de água a ser utilizada, turno de rega, sistemas mais eficientes, manejo do solo visando o melhor aproveitamento e conservação da água e avaliação do potencial hídrico da região da Zona da Mata nordestina.

Uma questão crucial é que, apesar da importância da irrigação para a região dos tabuleiros, a disponibilidade de água para essa prática em tal região parece ser relativamente escassa e necessita ser melhor dimensionada;



FONTE: Núcleo de Absorção e Transferência de Tecnologia da Cooperativa Regional dos Produtores de Açúcar e Álcool de Alagoas.

Figura 40. Produção de cana-de-açúcar e precipitação pluvial, da safra 90/91 a 97/98, no Estado de Alagoas.

o aproveitamento dos mananciais existentes tem que ser valorizado e maximizado. Como exemplo, o lago da barragem de Pedra do Cavalo, localizada no rio Paraguaçu, na divisa dos Municípios de São Félix e Cachoeira (BA),

de volume de água considerável, até agora está sem qualquer aproveitamento para irrigação, lançando ao mar muita água que deveria estar contribuindo para irrigar alguma área dos tabuleiros circunvizinhos e para aumentar a produção de alimentos, a geração de emprego e renda e, por conseguinte, melhorar o padrão de vida de boa parte dos produtores.

Para dar suporte à irrigação nos tabuleiros, além do dimensionamento dos mananciais hídricos existentes e da análise da qualidade da água, há necessidade também de uma ênfase maior em pesquisas com irrigação na região, pelos órgãos de pesquisa nela existentes, inclusive para avaliar a sua economicidade. Em termos de pesquisa, basicamente envolve o manejo da irrigação, que engloba, entre outros aspectos, a definição de sistemas mais eficientes, quantidade de água a ser aplicada, turnos de rega, coeficientes de cultura, manejo do solo visando o melhor aproveitamento e conservação da água e, como já mencionado, a avaliação da relação benefício/custo.

Enfim, acredita-se que o recurso da irrigação pode, em princípio, ampliar a competitividade das culturas nos tabuleiros costeiros, principalmente de fruticultura.

## 8. DEMANDAS DE PESQUISA

As demandas de pesquisa em solos de tabuleiro, citadas por Nogueira (1996), Souza (1996) e Ximenes Filho (1997), este último exclusivamente para a cana-de-açúcar, permanecem válidas e servem como alerta para o uso atual e futuro dos solos dos Tabuleiros Costeiros.

Assim, seja mantendo as culturas atuais nos tabuleiros ou introduzindo outras, a seguir são mencionadas as principais demandas de pesquisa necessárias para aumentar a produtividade das culturas e torná-la sustentável e competitiva:

- criar e/ou selecionar cultivares adaptadas às condições dos solos de tabuleiros, principalmente que sejam tolerantes aos baixos teores de nutrientes no solo, altos teores de alumínio, alta resistência do solo à penetração das raízes e, prioritariamente, aos constantes déficits hídricos que ocorrem na região, neste caso, portanto, que apresentem alta eficiência no uso da água;
- avaliação de sistemas de manejo do solo, visando melhorar a sua estrutura, permitir o aprofundamento do sistema radicular das culturas e aumentar a infiltração e o armazenamento da água no solo;

- estudo do gesso agrícola, em mistura com calcário, visando a correção da acidez do solo em profundidade e a redução do impedimento químico, pela saturação por alumínio, ao aprofundamento do sistema radicular das culturas;
- pesquisas com subsolagem (subsolagem nas linhas de plantio x subsolagem nas entrelinhas; subsolagem cruzada; estado ideal de umidade para maior eficiência da subsolagem; profundidade de subsolagem; duração dos efeitos da subsolagem; culturas melhoradoras do solo a serem associadas com a subsolagem etc.);
- avaliação de culturas melhoradoras do solo que melhor se adaptem à região de ocorrência dos solos coesos dos tabuleiros costeiros (procurar identificar e aproveitar plantas nativas da região; embora a ênfase deva ser para as leguminosas, não desprezar as gramíneas, cujo sistema radicular é altamente eficiente na estruturação do solo; não se preocupar apenas com a produção de parte aérea, mas também com a avaliação do sistema radicular, buscando-se identificar culturas que produzam boa quantidade de parte aérea e, de forma balanceada, produzam também um sistema radicular amplo e agressivo em termos de penetração na camada coesa; e, se possível, identificar culturas que gerem alguma renda, como é o caso do feijão caupi que, apesar de não produzir muita parte aérea, tem um sistema radicular amplo e agressivo);
- avaliação de sistemas de preparo conservacionista do solo (cultivo mínimo, plantio direto etc.), como um meio de reduzir o tráfego de máquinas e a movimentação do solo, de manter ou recuperar as suas propriedades e, também, reduzir a taxa de incorporação e de decomposição dos resíduos vegetais, mantendo, por mais tempo, a cobertura do solo, com reflexos positivos na redução da temperatura do solo e da evaporação da água; é fundamental o monitoramento dos processos físicos, químicos e biológicos em tais sistemas;
- avaliação de implementos de manejo do solo (arado de aiveca, escarificadores, cultivadores, subsoladores, implementos de tração animal etc.), que é uma linha de pesquisa pouco explorada na região dos solos de tabuleiro e mesmo em outras regiões do País;
- adaptação de práticas de controle da erosão desenvolvidas em outras regiões, de preferência que apresentem alguma similaridade com os tabuleiros;



- avaliar a relação benefício/custo das práticas geradas para os solos de tabuleiro, considerando seus efeitos a curto, médio e longo prazos; e
- utilizar métodos participativos na pesquisa de uso e manejo do solo nos tabuleiros, visando o avanço e a eficiência na sua validação e adoção, com significativo ganho de tempo e, conseqüentemente, de recursos.

## 9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do que foi exposto, alguns pontos merecem destaque a título de considerações finais:

- a principal limitação agrícola dos solos de tabuleiro é, sem dúvida, a questão do suprimento de água para as plantas;
- não se conseguiu identificar maiores e melhores alternativas quanto a outras culturas a serem exploradas nos tabuleiros, além das já existentes;
- portanto, o foco deve ser no sentido de melhorar a eficiência dos sistemas de produção em uso, buscando aumentar a produtividade das culturas, reduzir os custos de produção, melhorar a sustentabilidade das explorações e, por fim, aumentar a competitividade com outras regiões do País;
- para tanto, é fundamental a realização de pesquisas para superar ou minimizar as limitações que tais solos apresentam; e
- por fim, é importante um trabalho de conscientização dos produtores, no sentido de cada vez mais se profissionalizarem, buscando atingir maior eficiência na produção e na venda dos produtos, para conseguir maior lucratividade e tornar a atividade sustentável; para isso, é fundamental a organização dos mesmos em associações ou cooperativas, visando o fortalecimento frente a várias situações, seja no pressionamento dos órgãos governamentais para uma maior atenção e apoio à solução dos problemas de natureza agrícola ou econômica relacionados com os tabuleiros, na aquisição de insumos e máquinas agrícolas e, principalmente, frente ao mercado.

## 10. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem às seguintes pessoas, pela inestimável colaboração prestada:

- Pesquisadora Maria de Jesus Nogueira Aguiar, da *Embrapa Agroindústria Tropical*, em Fortaleza (CE), pelo fornecimento do balanço hídrico climatológico de Pacajus (CE);
- Engenheiro Agrônomo Gustavo Luiz Batista D'Angiolella, do Instituto Nacional de Meteorologia, em Brasília (DF), pelo fornecimento dos balanços hídricos climatológicos de Linhares (ES), Cruz das Almas (BA), Itabaianinha (SE), Nazaré da Mata (PE) e Ceará-Mirim (RN);
- Pesquisador Manuel Alberto Gutiérrez Cuenca, da *Embrapa Tabuleiros Costeiros*, em Aracaju (SE), pela permissão de uso de alguns dados sócio-econômicos, antes mesmo de serem por ele publicados; e
- Pesquisador Clóvis Oliveira de Almeida, da *Embrapa Mandioca e Fruticultura*, em Cruz das Almas (BA), pela revisão do texto e sugestões apresentadas na área sócio-econômica.

## 11. LITERATURA CONSULTADA

BORGES, A.L. Alteração das propriedades de um Latossolo Amarelo de Cruz das Almas, Bahia, pelo cultivo com frutíferas perenes e mandioca. Piracicaba, SP: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1993. 161p. (Tese de Doutorado)

BORGES, A.L.; KIEHL, J.C. Alteração da matéria orgânica de um Latossolo Amarelo álico de Cruz das Almas (BA), pelo cultivo com fruteiras perenes e mandioca. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 20, n.2, p.313-318, 1996.

BORGES, A.L.; KIEHL, J.C.; SOUZA, L. da S. Alteração de propriedades físicas e atividade microbiana de um Latossolo Amarelo álico após o cultivo com fruteiras perenes e mandioca. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 23, n.4, p.1019-1025, 1999.

CARVALHO, J.E.B. de; SOUZA, L. da S.; JORGE, L.A. de C.; RAMOS, W.F.; COSTA NETO, A. de O.; ARAÚJO, A.M. de A.; LOPES, L.C.; JESUS, M.S. de. Manejo de coberturas do solo e sua interferência no desenvolvimento do sistema radicular da laranja 'Pera'. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.21, n.2,

p.140-145, 1999.

CARVALHO, J.E.B. de; SOUZA, L. da S.; SOUZA, L.D. Manejo de cobertura vegetal con leguminosas en el control integrado de malezas em cítricos. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE COBERTURA DE LEGUMINOSAS EM CULTIVOS PARMANENTES, Santa Barbara del Zulia, Venezuela, 1998. Compendio... Santa Barbara del Zulia, Venezuela: Facultad de Agronomía de La Universidad del Zulia, 1998. p.108-130.

CARVALHO, L.A. de; SANTANA, M.B.; PAIVA, A. de Q.; SOUZA, L. da S. Comportamento da parte aérea e de raízes de mandioca 'Cigana Preta' submetidas a diferentes níveis de compactação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27., Brasília, DF, 1999. Resumos... Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1999. (Trabalho publicado em CD-ROM)

CINTRA, F.L.D.; LIBARDI, P.L.; JORGE, L.A. de C. Distribuição do sistema radicular de porta-enxertos de citros em ecossistema de Tabuleiro Costeiro. Revista Brasileira de Fruticultura, v.21, n.3, p.313-317, 1999.

CINTRA, F.L.D.; LIBARDI, P.L.; SAAD, A.M. Balanço hídrico no solo para porta-enxertos de citros em ecossistema de Tabuleiro Costeiro. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.4, n.1, p.23-28, 2000.

CUENCA, M.A.G. Importância econômica da ecorregião dos Tabuleiros Costeiros nordestinos na agropecuária da região. Aracaju, SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros, s.d. 13p. (No prelo)

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Tabuleiros Costeiros (Aracaju, SE). Plano diretor do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Tabuleiros Costeiros (CPATC). Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1994. 37p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, DF: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro, RJ: Embrapa Solos, 1999. 412p.

FNP Consultoria & Comércio (São Paulo, SP). Agrianual 2000; Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo, SP: 2000. 546p.

GIAROLA, N.F.B.; SILVA, A.P. da; TORMENA, C.A.; SOUZA, L. da S. Identificação de horizontes ou camadas coesas a partir da curva de resistência do solo à penetração. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27., Brasília, DF, 1999. Resumos... Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1999. (Trabalho publicado em CD-ROM)

GOMES, J. de C.; SOUZA, L. da S.; CALDAS, R.C. Doses, modos e épocas de aplicação de potássio. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura (Cruz das Almas, BA). Relatório técnico anual do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura - 1982. Cruz das Almas, BA: 1983b. p.120-123.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Sistema IBGE de Recuperação Automática (Rio de Janeiro, RJ). Endereço na Internet: <http://www.sidra.ibge.gov.br>, consultado em julho de 2000.

JACOMINE, P.K.T. Distribuição geográfica, características e classificação dos solos coesos dos Tabuleiros Costeiros. In: REUNIÃO TÉCNICA SOBRE SOLOS COESOS DOS TABULEIROS COSTEIROS, Pesquisa e desenvolvimento para os Tabuleiros Costeiros, 1996, Cruz das Almas, BA. Anais... Aracaju, SE: EMBRAPA-CPATC, 1996. p.76-80.

JACOMINE, P.K.T.; CAVALCANTI, A.C.; RIBEIRO, M.R.; MONTENEGRO, J.O.; BURGOS, N.; MÉLO FILHO, H.F.R. de; FORMIGA, R.A. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos da margem esquerda do rio São Francisco, Estado da Bahia. Recife, PE: EMBRAPA-Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos/SUDENE-Divisão de Recursos Renováveis, 1976. 404p.

MAGALHÃES, A.F. de J. Tolerância de porta-enxertos de citros ao alumínio. Revista Brasileira de Fruticultura, Cruz das Almas, v.9, n.3, p.51-55, 1987.

MALAVOLTA, E. Manual de química agrícola; nutrição de plantas e fertilidade do solo. São Paulo, SP: Ceres, 1976. 528p.

MELLO IVO, W.M.P. de M. Biomassa e comprimento de raízes de cana-de-açúcar em solo de tabuleiro submetido a três métodos de preparo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27., BRASÍLIA, DF, 1999. Resumos... Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1999. (Trabalho publicado em CD-ROM).

NOGUEIRA, L.R.Q. Demandas e propostas de pesquisa para os solos coesos dos tabuleiros costeiros. In: REUNIÃO TÉCNICA SOBRE SOLOS COESOS DOS TABULEIROS COSTEIROS, Pesquisa e desenvolvimento para os Tabuleiros Costeiros, 1996, Cruz das Almas, BA. Anais... Aracaju, SE: EMBRAPA-CPATC, 1996. p.76-80.

PAIVA, A. de Q.; SOUZA, L. da S. Armazenamento e disponibilidade de água em solos de tabuleiro do Estado da Bahia, em dois anos de avaliação. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 12., Fortaleza, 1998. Resumos expandidos... Fortaleza, CE: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Universidade Federal do Ceará, 1998. p.5-6.

PAIVA, A. Q.; SOUZA, L.S.; RIBEIRO, A.C.; COSTA, L.M. Disponibilidade de

água em uma toposseqüência de solos de tabuleiro do Estado da Bahia e sua relação com indicadores do crescimento da laranja. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.22, n.3, p.367-377, 1998.

SILVA, A.J.N.; RIBEIRO, M.R. Caracterização de um Latossolo Amarelo sob cultivo contínuo de cana-de-açúcar no Estado de Alagoas: propriedades químicas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 22, n.2, p.291-299, 1998.

SILVA, A.J.N.; RIBEIRO, M.R.; MERMUT, A.R.; BENKE, M.B. Influência do cultivo contínuo da cana-de-açúcar em Latossolos Amarelos coesos do Estado de Alagoas: propriedades micromorfológicas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 22, n.3, p.515-525, 1998.

SILVA, F.B.R. e; RICHÉ, G.R.; TONNEAU, J.P.; SOUSA NETO, N.C. de; BRITO L.T. de L.; CORREIA, R.C.; CAVALCANTI, A.C.; SILVA, F.H.B.B. da; SILVA, A.B. da; ARAÚJO FILHO, J.C. de; LEITE, A.P. Zoneamento agroecológico do Nordeste; diagnóstico do quadro natural e agrossocioeconômico. Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA/Recife, PE: EMBRAPA-CNPS-Coordenadoria Regional Nordeste, 1993. v.1, 89p. v.2, 387p.

SOUZA, L. da S. Aspectos sobre o uso e manejo dos solos coesos dos tabuleiros costeiros. *Boletim Informativo da SBCS*, Campinas, v.22, n.1, p.34-39, 1997.

SOUZA, L. da S. Uso e manejo dos solos coesos dos Tabuleiros Costeiros. In: REUNIÃO TÉCNICA SOBRE SOLOS COESOS DOS TABULEIROS COSTEIROS, Pesquisa e desenvolvimento para os Tabuleiros Costeiros, 1996, Cruz das Almas, BA. Anais... Aracaju, SE: EMBRAPA-CPATC, 1996. p.36-75.

SOUZA, L. da S.; PAIVA, A. de Q. Variação do potencial total da água no solo ao longo do tempo, em uma toposseqüência de solos de tabuleiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27., Brasília, DF, 1999. Resumos... Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1999. (Trabalho publicado em CD-ROM)

THORNTHWAITE, C.W.; MATTER, J.R. The water balance. Centerton, New Jersey: Drexel Institute of Tecnology, 1955. 104p.

XIMENES FILHO, L.C. Atividades experimentais e demandas do setor sucroalcooleiro nordestino. In: WORKSHOP SOBRE AVALIAÇÃO E MANEJO DOS RECURSOS NATURAIS EM ÁREA DE EXPLORAÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR, Aracaju, SE, 1997. Palestras... Aracaju, SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 1997. p.115-120



# DINÂMICA DA ÁGUA NOS SOLOS DE TABULEIRO

Paulo Leonel Libardi<sup>1</sup>

## INTRODUÇÃO

O conhecimento detalhado da dinâmica da água, em condições de campo, durante o desenvolvimento de uma cultura, fornece elementos essenciais para o estabelecimento ou aprimoramento de práticas de manejo agrícola que visam a otimização da produtividade e a proteção do ambiente. Saber, entretanto, apenas quanto há de água em pontos do perfil do solo com o passar do tempo não é suficiente para inferir o movimento da água entre esses pontos, é necessário saber também o valor das energias potenciais da água nesses pontos. A quantificação da água no solo é feita por meio do que se definiu como conteúdo de água no solo e a quantificação da energia da água no solo pelo que se denominou de potenciais da água no solo. A quantificação do movimento da água no solo, por outro lado, exige também, além do conhecimento do conteúdo de água e dos potenciais, o conhecimento do meio poroso quanto à sua propriedade em transmitir água e, nesse sentido, entram em jogo as chamadas equações de fluxo da água no solo.

A idéia fundamental desse minicurso é desenvolver, ainda que de forma muito resumida, os aspectos conceituais e metodológicos desses três pontos, isto é, conteúdo de água no solo, potenciais da água no solo e equações de fluxo da água no solo, procurando, na medida do possível relaciona-los aos solos do ecossistema de tabuleiro costeiro ou, simplesmente, solos de tabuleiro.

Se analisarmos qualquer amostra de solo, verifica-se que se trata de um corpo sólido e poroso e que seus poros são interconectados. Tradicionalmente a parte sólida desse corpo é chamada de sólidos ou matriz do solo e a parte porosa, isto é, aquela não ocupada pela matriz, de espaço poroso do solo ou, simplesmente poros do solo. Quando o espaço poroso está totalmente cheio de água, o solo é dito saturado e quando o espaço poroso é parcialmente cheio de água e parcialmente cheio de ar, o solo é chamado de solo não-saturado ou solo agrícola. É importante esclarecer que o que estamos aqui chamando de água é, na realidade, uma solução aquosa de vários eletrólitos ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ , etc.) e outros componentes e o que estamos aqui chamando

---

<sup>1</sup> Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz - ESALQ. Piracicaba/SP.

de ar é, na realidade, uma solução gasosa composta principalmente de  $N_2$ ,  $O_2$ , vapor d'água,  $CO_2$  e outros gases. Portanto, os poros do solo abrigam em seu interior quantidades variáveis de uma solução aquosa denominada água no solo e de uma solução gasosa denominada ar no solo.

Se chamarmos de  $V$  o volume de uma amostra de solo, de  $V_s$ , o volume de seus sólidos e de  $V_a$  e  $V_{ar}$  os volumes de água e de ar, respectivamente, no interior do seu espaço poroso num dado instante, então, evidentemente,  $V = V_s + V_a + V_{ar}$ , sendo  $V_a + V_{ar} = V_p =$  volume do espaço poroso ou volume de poros. Num solo de estrutura rígida,  $V_p =$  constante e, portanto, quando  $V_a$  aumenta (diminui),  $V_{ar}$  diminui (aumenta) do mesmo valor. Igualmente, se num dado instante, chamarmos de  $m$  a massa de uma amostra de solo úmido,  $m_s$  a massa dos seus sólidos e, no mesmo instante,  $m_a$  a massa de água e  $m_{ar}$  a massa de ar ocupando o espaço poroso, então,  $m = m_s + m_a + m_{ar}$ . Entretanto, em comparação com a magnitude de  $m_s$  e  $m_a$ ,  $m_{ar}$  torna-se desprezível; daí:  $m \approx m_s + m_a$ .

Antes de estudarmos os termos que quantificam a água no solo, definamos, primeiramente, aqueles referentes às relações massa/volume ou termos de densidade. A palavra densidade refere-se à massa que o volume de um determinado corpo possui, isto é, densidade de um corpo é, por definição, o quociente de sua massa por seu volume. Nesse sentido, a densidade dos sólidos ( $r_s$ ) de uma amostra de solo é, por definição, a razão entre a massa total e volume total dos sólidos da amostra, isto é,  $r_s = m_s/V_s$  ( $kg\ m^{-3}$ ). A densidade dos sólidos é também conhecida pelos nomes densidade das partículas e densidade real. Nesta definição de  $r_s$ , o espaço poroso entre os sólidos foi excluído. Quando este espaço é considerado, isto é, ao invés de se utilizar  $V_s$ , utilizar-se  $V$ , a densidade passa a chamar-se densidade do solo ( $r$ ), uma vez que a massa do nosso corpo poroso é igual a  $m_s$  (os poros não possuem massa) e seu volume igual a  $V$ . Assim,  $r = m_s/V$  ( $kg\ m^{-3}$ ). Em solos expansivos, isto é, naqueles em que  $V$  varia com a quantidade de água presente no solo, o valor da densidade do solo obtido deve ser acompanhado do valor do conteúdo de água no solo no momento da medida. A densidade do solo é também conhecida pelo nome de densidade global (tradução do termo inglês "bulk density").

A porosidade do solo ( $a$ ) é um índice que quantifica a fração do volume do solo ocupado pelos poros, isto é,  $a = V_p/V$  ( $m^3\ m^{-3}$ ). Como  $V_p = V_a + V_{ar}$ , então, a porosidade do solo pode ser separada em duas porosidades, a porosidade de água  $q = V_a/V$  e a porosidade de aeração  $a_{ar} = V_{ar}/V$ . Portanto,  $a = q + a_{ar}$ . À quantidade  $q$ , razão entre o volume de água presente numa amostra de solo e o volume da amostra, de fato, representa a porosidade de água, isto

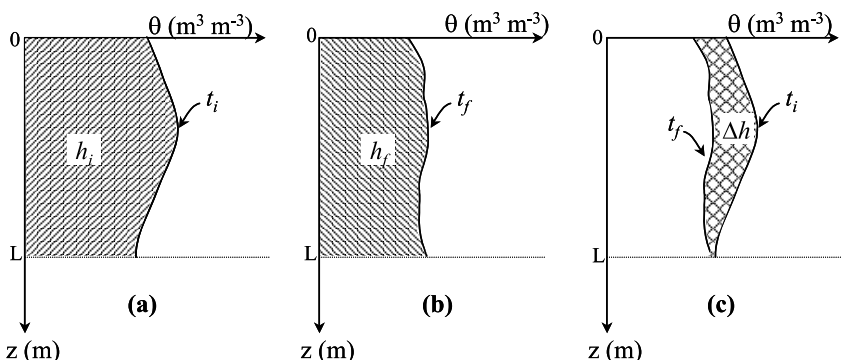


é, a fração do volume do solo ocupado pela água, num dado instante. No entanto, é mais conhecida pelo nome de conteúdo de água no solo a base de volume. Há um outro índice para quantificar a água no solo denominado conteúdo de água no solo a base de massa ( $U$ ) definido como a razão entre a massa de água presente numa amostra de solo, num dado instante e a massa de seus sólidos, isto é,  $U = m_a/m_s$  ( $\text{kg kg}^{-1}$ ) ou, como  $m @ m_s + m_a$ ,  $U = (m - m_s)/m_s$ . Observe que é muito mais fácil medir  $U$  do que  $q$ , porque, no caso de  $U$  o espaço poroso e, conseqüentemente, a estrutura da amostra de solo não é considerada. No entanto,  $q$ , evidentemente, por representar melhor a realidade, é muito mais importante e é a que se deve sempre buscar para quantificar a água no solo. Se dividirmos a equação de definição de  $q = V_a/V$  pela equação de definição de  $U = m_a/m_s$ , verifica-se facilmente que  $q = (r/r_a)U$ , em que  $r_a$  = densidade da água no solo. A razão  $r/r_a$  é muito freqüentemente chamada de “densidade aparente” do solo. Acharmos, porém, que o nome densidade relativa do solo ( $r_r$ ) é um termo mais adequado, isto é, densidade do solo em relação a densidade da água. Portanto,  $q = r_r U$ , ou seja, para se obter o valor do conteúdo de água volumétrico ( $q$ ) a partir do valor do conteúdo de água gravimétrico ( $U$ ) de uma amostra, basta multiplicar o valor deste último pelo valor da densidade relativa do solo. As quantidades  $a$ ,  $q$ ,  $a_{ar}$  e  $U$  definidas neste item também podem ser expressas em porcentagem, bastando, para isso, multiplicar seus valores por 100.

Um gráfico relacionando o conteúdo de água no solo com a profundidade do solo é chamado de perfil de conteúdo de água (Figura 1). A área sob a curva de tal gráfico, com o conteúdo de água expresso a base de volume, representa a quantidade de água que o perfil armazena, em termos de uma altura de água (mm), sendo, por isso, denominada de armazenagem de água no perfil (Figuras 1a e 1b). A variação de armazenagem até uma profundidade de interesse (Figura 1c) representa, evidentemente, a diferença entre a armazenagem no tempo final e a armazenagem no tempo inicial. Quando os valores do conteúdo de água no tempo inicial ao longo do perfil forem a tradicional capacidade de campo e os valores do conteúdo de água no tempo final ao longo do perfil forem o tradicional ponto de murchamento permanente, a variação da armazenagem será a tradicional capacidade de água disponível no perfil até a profundidade de interesse.

A forma de energia de interesse para nossos propósitos é a energia potencial a qual pode ser definida como uma energia latente que um objeto em repouso (em equilíbrio) possui, devido à sua posição em relação ao Universo. Dependendo do objeto que está sendo estudado, poderão estar atuando concomitantemente um ou mais tipos de energia potencial, daí ser mais

adequada a utilização do termo energia potencial total, para indicar a soma dos diversos tipos ou componentes atuantes. O conhecimento dessa energia é de extrema importância porque com ela se pode determinar o potencial de movimento de um corpo num determinado meio. No caso da água ou solução no solo, a tendência do seu movimento no espaço poroso do solo,



**Figura 1** – Perfis de conteúdo de água ( $q$  versus  $z$ ), mostrando: a) a armazenagem de água  $h_i$  no tempo inicial  $t_i$ , b) a armazenagem de água  $h_f$  no tempo final  $t_f$  e c) a variação de armazenagem  $\Delta h$ , entre  $t_f$  e  $t_i$ , na camada 0 - L m de profundidade.

em situações isotérmicas, é de onde sua energia potencial total é maior para onde ela é menor. No entanto, não é necessário, para estabelecer a direção do processo, conhecer os valores individuais da energia potencial total, senão a diferença entre eles. Para facilitar o cálculo dessa diferença, é que se introduziu o conceito de potencial total o qual, no caso da água no solo, é definido com base no conhecimento de uma água com um valor conhecido de energia potencial total denominada água padrão. Assim, sendo  $E$  a energia potencial total da água (em equilíbrio) no ponto considerado no solo e  $E_o$  a energia potencial total da água (em equilíbrio) padrão, a diferença  $E - E_o$ , por unidade de volume de água  $V_a$ , é, por definição, o potencial total da água no solo  $f_t$ ; isto é,  $f_t = (E - E_o)/V_a$  ( $J m^{-3}$ ). Considerando, agora, dois pontos A e B no perfil do solo, nos quais, evidentemente,  $f_t(A) = (E_A - E_o)/V_a$  e  $f_t(B) = (E_B - E_o)/V_a$ , então,  $f_t(A) - f_t(B) = (E_A - E_B)/V_a$  ou seja, como a energia potencial total da água padrão deve ser a mesma para os dois pontos, medindo-se o potencial total nesses dois pontos obtém-se o valor da diferença  $E_A - E_B$  por meio da diferença  $f_t(A) - f_t(B)$ , sem a necessidade de se conhecer individualmente  $E_A$  e  $E_B$ . Desse modo, se num determinado momento  $f_t(A) > f_t(B)$ , o movimento da água (se o meio permitir) é de A para B porque  $E_A > E_B$  e se  $f_t(B) > f_t(A)$ , de B para A porque  $E_B > E_A$ . Quando  $f_t(A) = f_t(B)$ ,

tem-se, evidentemente, uma condição de equilíbrio, porque  $E_A = E_B$ . Evidentemente, cada tipo (ou componente) de energia potencial que estiver atuando na água no solo, dá origem a um potencial componente do potencial total da água no solo. Por outro lado, sendo potencial (o total ou qualquer componente) uma diferença de energia potencial por unidade de volume, sua unidade é idêntica à unidade de pressão porque, dimensionalmente,  $J/m^3 = N.m/m^3 = N/m^2 = Pa$  (Pascal). Portanto, todos os potenciais da água no solo, tanto o total como qualquer um dos seus componentes, podem ser considerados como equivalentes a uma “diferença de pressão”, isto é, diferença entre a “pressão” da água no ponto considerado do solo, equivalente a  $E/V_a$  e a “pressão” da água padrão, equivalente a  $E_0/V_a$ .

Para a resolução de nossos problemas, nos quais estaremos estudando a solução no solo, sob condição isotérmica, a água padrão pode ser definida como uma solução livre, de mesma concentração e temperatura que a solução no solo e cuja superfície plana é considerada como referência gravitacional e sujeita à pressão atmosférica do local onde a medida é feita. Esta definição será melhor entendida, à medida que formos estudando os componentes do potencial total da água no solo que, para os propósitos desse minicurso, os que interessam são o potencial gravitacional, o potencial de pressão e o potencial mátrico.

Todos sabemos, da Mecânica, que qualquer corpo num campo gravitacional possui uma energia potencial gravitacional ( $E_g$ ). Nossa água no solo, estando dentro do campo gravitacional terrestre possui, evidentemente, esta energia, cuja equação, dado a necessidade de incluir neste contexto a água padrão anteriormente definida, pode ser escrita como:  $\Delta E_g = m_a g (r - r_0)$ , em que  $m_a$  = massa da água no solo;  $g$  = aceleração da gravidade;  $r$  = distância do centro da Terra ao ponto considerado no perfil do solo e  $r_0$  = distância do centro da Terra a um ponto arbitrário onde se deve imaginar localizada a superfície plana da água padrão e que denominaremos simplesmente de referência gravitacional.  $\Delta E_g$ , evidentemente, é o incremento de energia potencial gravitacional que a água adquire quando “de seu deslocamento da posição  $r$  para a posição  $r_0$  contra ou a favor a força da gravidade. Pela definição de potencial (diferença de energia potencial por unidade de volume), no caso, o potencial gravitacional  $\phi_g$  seria dado, a partir da equação acima, por  $\phi_g = \Delta E_g / V_a = \rho_a g (r - r_0)$  sendo  $\rho_a = m_a / V_a$  = densidade da água no solo, considerada constante. Chamando, então, de  $Z$  o valor da distância vertical do ponto considerado à posição da referência gravitacional, isto é,  $Z = r - r_0$ , então,  $\phi_g = \rho_a g Z$  (Pa), sendo que o sinal de  $Z$  e, portanto, de  $\phi_g$ , dependerá da posição do ponto considerado em relação à referência gravitacional, isto

é, o sinal será positivo (Figura 2a) se o ponto estiver acima da referência gravitacional ( $r > r_o$ ), negativo (Figura 2c) se estiver abaixo ( $r < r_o$ ) e nulo (Figura 2b) se for coincidente com ela ( $r = r_o$ ).

Num solo de estrutura rígida, o potencial de pressão ( $\phi_p$ ) só se manifesta numa condição de saturação. Para defini-lo, consideremos o esquema da Figura 3. O pequeno volume de água  $V_a$  em equilíbrio no recipiente do lado direito desta figura é a água padrão (com energia potencial total  $E_o$ ) porque sobre sua interface plana está atuando a pressão atmosférica ( $P_o$ ) e seu centro de massa é coincidente com a referência gravitacional (RG). Por outro lado, igual volume de água  $V_a$ , em equilíbrio, no recipiente do lado

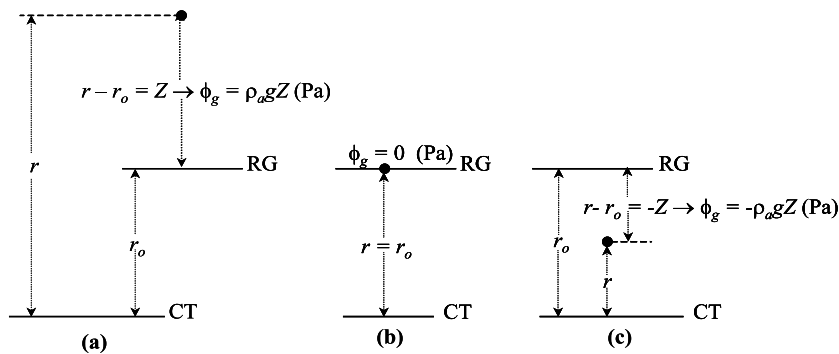


Figura 2 – Medida do Potencial Gravitacional: RG = Referência Gravitacional, CT = Centro da Terra.

esquerdo da figura, é diferente do primeiro apenas por nele atuar também a pressão da altura de água  $h$ . Note, então, que a única diferença entre os dois volumes é a pressão de água  $P = \rho_a g h$  que atua no volume da esquerda. Conseqüentemente, é esta pressão  $P$  que torna a energia potencial total  $E$  do volume de água  $V_a$  à esquerda (no ponto considerado) maior do que a energia potencial total  $E_o$  do volume de água  $V_a$  à direita (água padrão): se for permitida uma comunicação entre os dois volumes, a água, por ação desta pressão, flui em direção à água padrão indicando que  $E > E_o$ . Pela definição de potencial (diferença de energia potencial/volume) e, no caso, pelo fato de a única diferença entre a água padrão e a água no ponto considerado ser a pressão de líquido no ponto considerado, tem-se que  $\phi_p = (E - E_o)/V_a = r_a g h$  (Pa). Como se pode ver, para se determinar  $\phi_p$  basta medir a altura  $h$  da coluna de água que atua acima do ponto de medida. No campo, isto é feito inserindo um piezômetro no solo, adjacente ao ponto onde se deseja conhecer  $\phi_p$  e mede-se a profundidade  $h$  do ponto abaixo da superfície livre de água no piezômetro (Figura 4). Portanto, o valor do potencial de pressão

é sempre positivo ou no mínimo igual a zero. Esta última situação ( $\phi_p = 0$ ) ocorre quando o ponto se localiza na superfície livre de água.

Consideremos um determinado volume de solo não saturado. É fácil verificar que para retirar a quantidade de água em equilíbrio nele existente é necessário um dispêndio de energia, o qual é tanto maior quanto mais seco estiver o solo. Isso nos leva a concluir que o solo retém a água no seu espaço poroso com forças cujas intensidades aumentam conforme a quantidade de água diminui. Essas forças, por se manifestarem devido à presença da matriz do solo, são denominadas de forças mátricas. Distinguem-se dois tipos de força mátrica: a) as forças capilares, responsáveis pela retenção da água nos

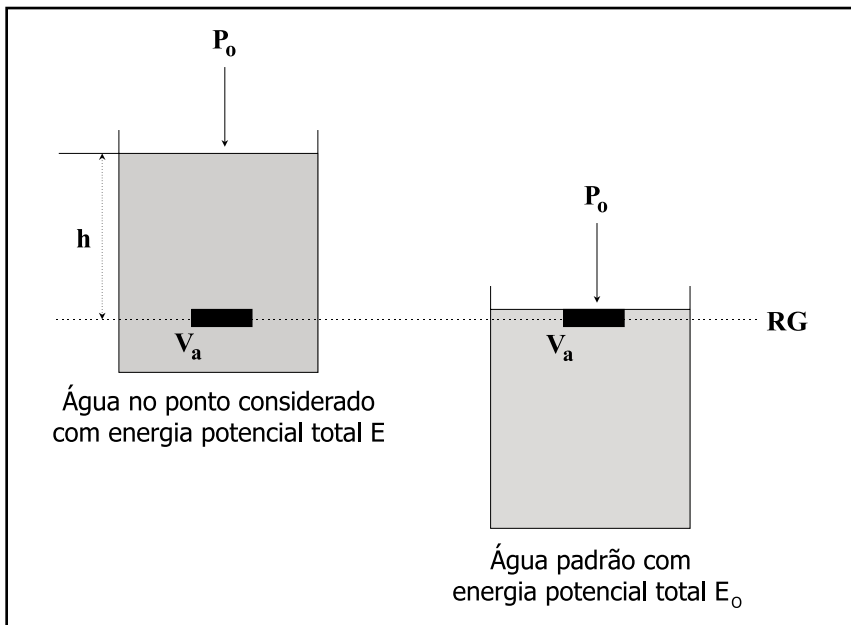


Figura 3 - Definição do potencial de pressão.

microporos dos agregados e b) as forças de adsorção, responsáveis pela retenção da água nas superfícies das partículas do solo. Quantificar a contribuição de cada um desses tipos de força no potencial mátrico é praticamente impossível na faixa do conteúdo de água no solo que as plantas normalmente se desenvolvem. O que se pode dizer, em termos qualitativos, é que logo após a drenagem livre de um solo saturado no campo, as forças capilares são dominantes e que, à medida que o solo seca a partir daí, a adsorção vai adquirindo maior importância. Estes dois mecanismos de retenção da água

no solo pelas forças capilares e de adsorção reduzem a energia potencial total da água livre. A veracidade desta afirmação pode ser demonstrada tanto pelo fato de se ter que realizar trabalho para retirar a água de um solo não-saturado, como também pelo fato de que ao se colocar água livre em contato com um solo não saturado, num mesmo plano horizontal, ela flui espontaneamente para ele, comprovando, como em todas as situações, a

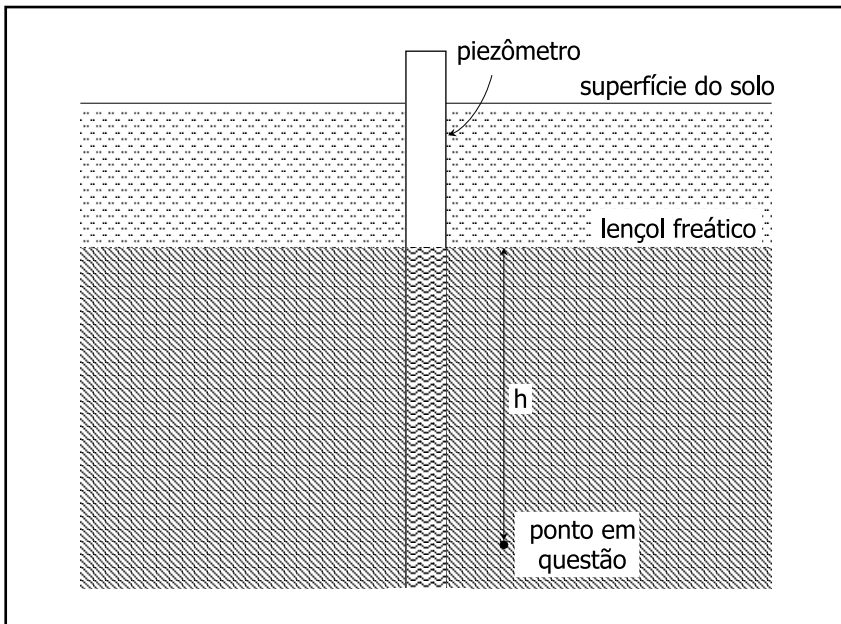


Figura 4 - Ilustração da medida de  $f_p$  num determinado ponto no solo abaixo de um lençol de água, por meio de um piezômetro.

tendência da água em mover-se de onde sua energia potencial total é maior para onde ela é menor. Portanto, ao se realizar um trabalho para liberar a água da influência das forças mátricas tornando-a livre, o que se faz é, nada mais nada menos, do que elevar o valor da energia potencial total da água no solo ao valor daquela da água livre. Como potencial, por definição, é a diferença entre a energia potencial total da água num ponto considerado e a energia potencial total da água padrão (=água livre) por unidade de volume de água, quando a única causa da diferença de energia potencial total da água padrão e a do ponto considerado forem as forças mátricas que atuam na água do ponto considerado, o potencial recebe o nome de potencial mátrico  $\phi_m$ . Chamando, então, de  $E_o$  a energia potencial total da água padrão e de  $E$  a energia potencial total da

água no ponto considerado, de tal maneira que a única diferença entre elas seja a existência das forças mátricas no ponto considerado, tem-se, para um volume  $V_a$  de água (Figura 5):  $\phi_m = (E - E_o)/V_a$  (Pa). Portanto, como  $E$  nesta situação (solo não-saturado), é sempre menor do que  $E_o$  (a não ser no caso particular de uma interface ar-água como num lençol freático na qual  $E = E_o$  e então  $\phi_m = 0$ ), o valor do potencial mátrico é sempre negativo. Daí dizer-se também que o potencial mátrico é igual ao trabalho, por unidade de volume de água, gasto para liberar a água da influência das forças mátricas, isto é,  $\phi_m = -W/V_a$  (Figura 5). Este trabalho pode ser conseguido aplicando-se, por exemplo, uma pressão de ar  $P^*$  à água no solo: toda água retida nos poros com uma energia/volume menor do que a pressão  $P^*$ , é liberada da influência das forças mátricas e torna-se livre. Portanto, a pressão  $P^*$  eleva o valor da energia/volume da água no solo àquele da água padrão, pelo que  $\phi_m = -P^*$  e  $P^* = (E_o - E)/V_a$ . Um gráfico relacionando o conteúdo de água no solo com o potencial mátrico denomina-se curva de retenção da água no solo ou, simplesmente, curva de retenção (Figura 6). Esta curva, feita de maneira completa e bem detalhada, notadamente em sua parte úmida (para valores de  $\phi_m$  maiores que  $-0,1$  MPa) e com amostras de solo com estrutura indeformada é um dos melhores índices para avaliar a retenção da água no solo (Moraes et al 1993). Tradicionalmente a elaboração dessa curva em laboratório tem

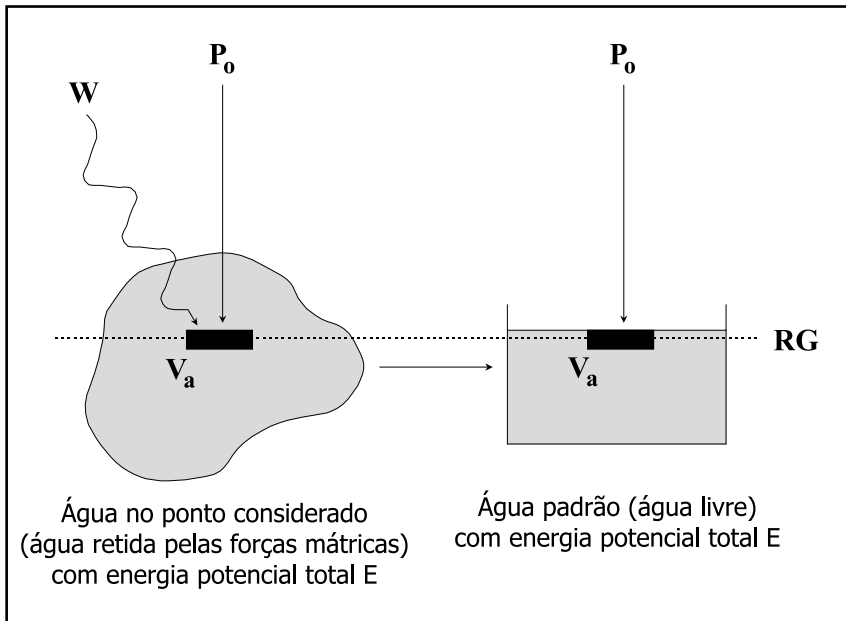


Figura 5 - Definição do potencial mátrico.

sido feita por meio de funis de placa porosa e câmaras de pressão com placa porosa (Libardi 2000). Uma vez confeccionada a curva de retenção, é comum sua utilização para se obter o potencial mátrico, de maneira indireta, a partir da medida do conteúdo de água no do solo e vice-versa. O potencial mátrico, entretanto, é medido diretamente, principalmente sob condições de campo, por meio de tensiômetros. Detalhes sobre o funcionamento desse equipamento também podem ser obtidos em Libardi (2000).

O esquema da Figura 7 representa uma coluna de solo saturado através da qual está havendo um fluxo de água no sentido descendente. Como se pode verificar, por esta figura, há dois piezômetros nela instalados: um no ponto C (ponto de cima) e um no ponto B (ponto de baixo). Além disso, está-se mantendo, durante o movimento, uma carga hidráulica constante (representada pelo pequeno triângulo com um de seus vértices tocando a superfície livre de água) nas duas extremidades da coluna. Com esse arranjo experimental, depois de um certo tempo, atinge-se uma condição de equilíbrio dinâmico, isto é, uma situação em que os valores da vazão  $Q$  e do potencial de pressão  $\phi_p$  não variam mais com o tempo. Observe que o potencial total  $\phi_t$  é lido diretamente no manômetro como sendo a distância da referência gravitacional (RG) à superfície de água no tubo manométrico. Se desenvolvermos um experimento com o arranjo experimental da Figura 7, para diferentes

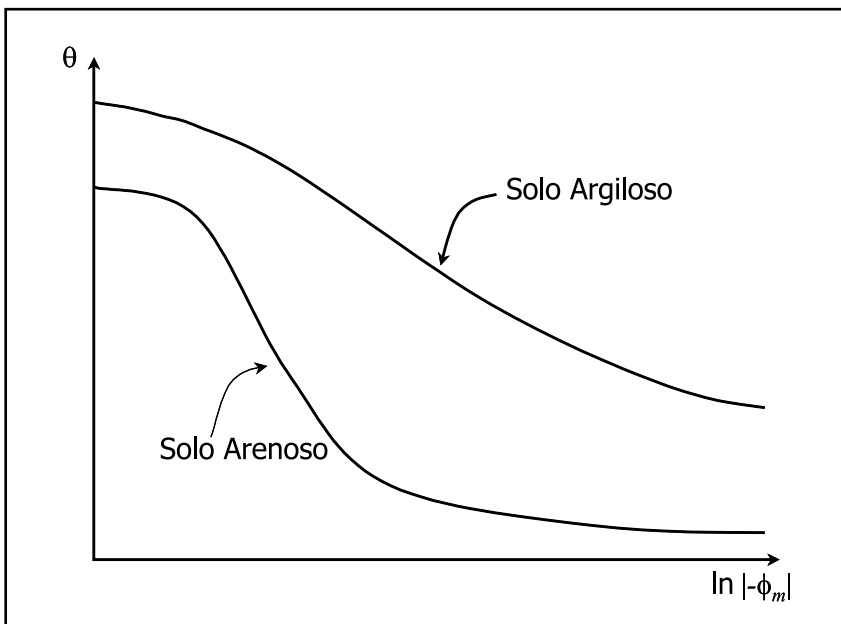
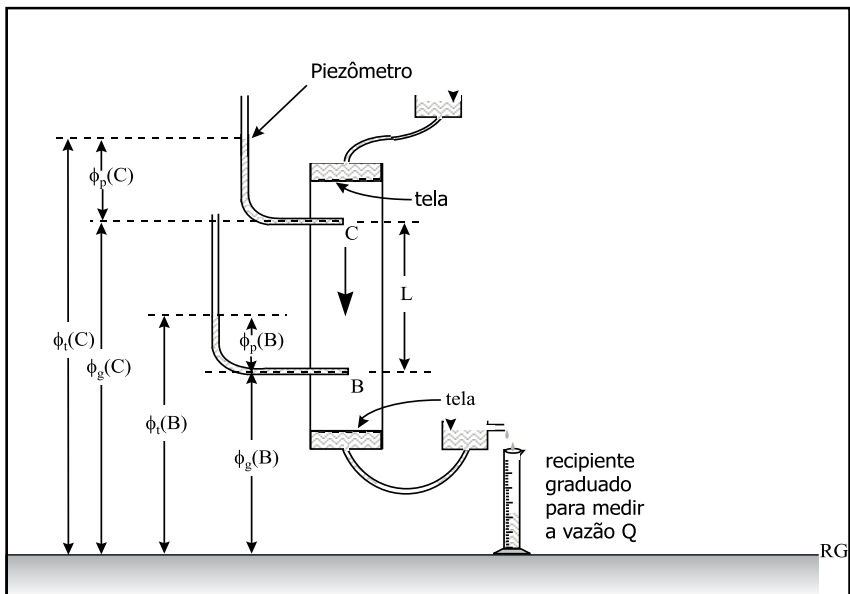


Figura 6 – Curva de Retenção da Água no Solo.



valores de  $L$  (comprimento de solo entre os pontos C e B), de  $A$  (área da secção transversal da coluna), de  $\phi_t(C)$  e de  $\phi_t(B)$ , chegaremos às seguintes conclusões: 1ª. A vazão  $Q$ , isto é, o volume de água que atravessa a coluna por unidade de tempo é proporcional a  $A$ , isto é, em símbolos:  $Q \propto A$ . 2ª. A vazão  $Q$  é proporcional à diferença de potencial total  $\phi_t(C) - \phi_t(B)$  através do solo:  $Q \propto [\phi_t(C) - \phi_t(B)]$ . 3ª. A vazão  $Q$  é inversamente proporcional ao comprimento  $L$  de solo:  $Q \propto 1/L$ . Ora, quando uma grandeza é simultaneamente proporcional a várias outras, é também proporcional ao produto delas. Assim, a combinação destas três conclusões resulta em:  $Q \propto A [\phi_t(C) - \phi_t(B)]/L$ . Substituindo, então, o símbolo de proporcionalidade por uma constante de proporcionalidade  $K_0$  obtém-se:  $Q = K_0 A[\phi_t(C) - \phi_t(B)]/L$ . Este tipo de experimento, que levou à obtenção desta equação, foi desenvolvido pela primeira vez em 1856 pelo engenheiro hidráulico Henry Darcy, daí ela ser conhecida pelo nome de equação de Darcy ou Lei de Darcy. Na época, o que hoje estamos chamando de potencial total ( $\phi_t$ ), Darcy chamava de carga piezométrica. A constante de proporcionalidade  $K_0$  é uma constante que diz respeito à transmissão da água através do solo numa condição de saturação. Portanto, ela é uma propriedade que traduz com que rapidez a água atravessa o solo quando saturado. Por esse motivo,  $K_0$  é denominada de condutividade

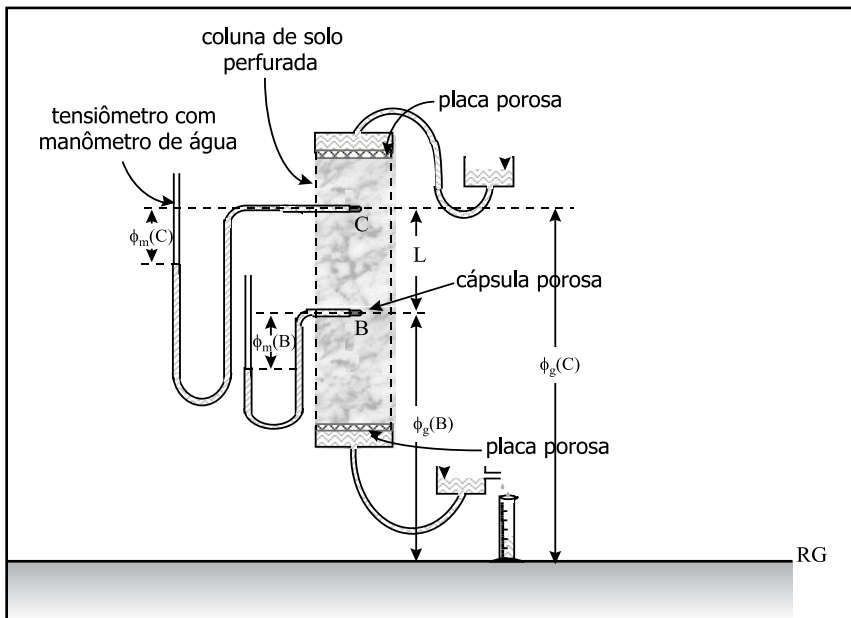


**Figura 7** - Fluxo da água em solo saturado: diagrama do arranjo experimental para a comprovação da lei de Darcy.

hidráulica do solo saturado. Se dividirmos ambos os membros da equação de Darcy por  $A$ , transformamos seu membro da esquerda numa vazão por unidade de área, isto é, num volume de água que passa verticalmente para baixo [se  $\phi_t(C) > \phi_t(B)$ ] ou para cima [se  $\phi_t(C) < \phi_t(B)$ ] através da unidade de área da secção transversal da coluna, por unidade de tempo. Assim:  $q_o = Q/A = K_o [\phi_t(C) - \phi_t(B)]/L$  sendo  $q_o$ , de valor igual a  $Q/A$ , denominado de densidade de fluxo de água no solo saturado. Na utilização desta forma da equação de Darcy, se mantivermos sempre a diferença  $\phi_t(C) - \phi_t(B)$ , isto é, sempre o valor do potencial total de cima menos o valor do potencial total de baixo e convencionarmos que quando o movimento é para baixo o valor de  $q_o$  é negativo e que quando o movimento é para cima o valor de  $q_o$  é positivo, tem-se que reescrevê-la com o sinal negativo, isto é,  $q_o = -K_o [\phi_t(C) - \phi_t(B)]/L$  para atender à convenção estipulada. Com isto, percebe-se, facilmente, que o sinal da quantidade  $[\phi_t(C) - \phi_t(B)]/L$ , denominada gradiente de potencial total, é sempre o inverso do sinal de  $q_o$ , ou seja, quando o valor do gradiente de  $\phi_t$  é positivo, o valor da densidade de fluxo  $q_o$  é negativo e vice-versa. Esta mesma equação de Darcy, evidentemente, se aplica se tivermos uma situação de movimento horizontal. Neste caso, para atender a convenção de que quando  $q_o > 0$  o movimento é para direita e de que quando  $q_o < 0$  o movimento é para esquerda, tem-se que considerar sempre a diferença  $\phi_t(D) - \phi_t(E)$ , isto é, o valor do potencial total da direita menos o valor do potencial total da esquerda, ou seja, no lugar de  $\phi_t(C)$  coloca-se  $\phi_t(D)$  e no lugar de  $\phi_t(B)$  coloca-se  $\phi_t(E)$ . Note, também, que no movimento horizontal pelo fato de o potencial gravitacional ser o mesmo em  $D$  e em  $E$ , então  $[\phi_t(D) - \phi_t(E)] = [\phi_p(D) - \phi_p(E)]$ . A mesma coluna de solo, que na Figura 7 está em pé (na vertical), a qual, como acabamos de discutir, pode ser colocada deitada (na horizontal), pode também se encontrar inclinada. Também para esta coluna inclinada a mesma equação evidentemente se aplica. O importante é notar que, em qualquer caso (vertical, horizontal ou inclinada),  $L$  representa sempre o comprimento de solo ao longo da direção do movimento de água. Sugerimos ao leitor, como exercício, refazer a Figura 7 colocando a coluna na horizontal e inclinada. A equação de Darcy que, como vimos, se aplica para o fluxo da água em solo saturado foi generalizada mais tarde, principalmente, por Buckingham, em 1907, para a condição de fluxo em solo não saturado, como:  $q = K(q) [\phi_t(C) - \phi_t(B)]/L$ . Nesta equação, hoje denominada de equação de Darcy-Buckingham,  $K(q)$  é a condutividade hidráulica do solo não saturado, portanto, função do conteúdo de água  $q$  e  $\phi_t = \phi_m(q) + \phi_g$ , sendo  $\phi_m(q)$  o potencial mátrico, também função de  $q$ . Foi Buckingham quem introduziu na Ciência do Solo as funções  $\phi_m = \phi_m(q)$  e

$K = K(q)$ . Verifica-se facilmente que a interpretação física dos parâmetros e do sinal negativo da equação de Darcy - Buckingham é idêntica a dos parâmetros e do sinal negativo da equação de Darcy, com a diferença de que, agora, o solo é não saturado (Figura 8). A propósito, observe a semelhança entre as duas equações. Na realidade a primeira é um caso particular da segunda, visto que, quando a movimento da água é sob condição saturada, na equação de Darcy - Buckingham,  $q = q_s$  (umidade de saturação),  $K(q_s) = K_o$  (condutividade hidráulica do solo saturado),  $\phi_t = \phi_p + \phi_z$  e a equação de Darcy se torna idêntica à equação de Darcy - Buckingham. Sugerimos também, neste caso de fluxo em solo não saturado, que o leitor refaça a Figura 8 com a coluna de solo na horizontal e inclinada. A placa porosa nos extremos da coluna da Figura 8 é necessária para que se possa aplicar o potencial mátrico desejado ao longo do seu comprimento, a fim de provocar a dessaturação do solo. A coluna deve também ser perfurada para que o ar possa nela entrar e substituir a água quando deste processo de dessaturação.

O ecossistema tabuleiro costeiro é encontrado no Brasil desde a região amazônica até o Rio de Janeiro, com possibilidade de estar presente também mais ao sul. Ocorre sempre associado a solos característicos, na maioria das vezes derivados de sedimentos do Grupo Barreiras do Terciário, no qual



**Figura 8** - Fluxo da água em solo não saturado: diagrama do arranjo experimental para comprovação da equação de Darcy-Buckingham.

os latossolos coesos e podzólicos são de maior ocorrência. Embora considerados profundos, grande parte desses solos apresenta sua profundidade efetiva reduzida por horizontes coesos com espessura entre 0,2 m e 0,6 m. A presença dessas camadas endurecidas tem, como conseqüência, o impedimento à circulação de água e ar no solo e à penetração de raízes, assim como a formação sazonal de lençol de água suspenso gerando desoxigenação temporária nos horizontes superficiais, agravando as limitações agrícolas como comentado, entre outros, por Souza (1997), Cintra et al (1997) e Cintra & Libardi (1998). Estudos sobre a dinâmica da água sob condições de campo, dando ênfase aos fluxos de água na zona radicular dos cultivos, não são muito freqüentes, devido à grande complexidade dos procedimentos experimentais necessários no que respeita a caracterização hídrica do perfil do solo e o monitoramento da dinâmica da água com o tempo. Em solos de tabuleiro, estes estudos são mais raros ainda e, evidentemente, as dificuldades experimentais podem ser maiores pelas características físicas desses solos devido à presença dos horizontes coesos. Um exemplo puntual em solo de tabuleiro é o trabalho de Cintra et al (2000), no qual é feito um balanço hídrico completo no solo com citros, comparando diversos porta-enxertos. No entanto, em se tratando de um minicurso, não é nossa intenção levantar o que já foi feito (e muito já foi feito) em termos de água nesse ecossistema, senão apresentar os fundamentos teóricos abordados resumidamente nos itens anteriores e finalizar com a nossa idéia fundamental para pesquisas futuras sobre o comportamento dinâmico da água bem como sobre a utilização correta das metodologias pertinentes, nos solos característicos do ecossistema, conforme o item a seguir.

15. Do ponto de vista da água e, em especial, da dinâmica da água no solo, é de relevância indiscutível um estudo detalhado da caracterização hídrica dos solos de tabuleiro no que respeita as propriedades de retenção (curva de retenção) e de transmissão (condutividade e difusividade hidráulicas) da água no solo sob as condições das matas naturais existentes no ecossistema, isto é, sob condições em que os solos não tenham sofrido qualquer ação antrópica. Um estudo desse tipo e extensão deve ser integrado e desenvolvido utilizando metodologias uniformes. Sob condições de cultivo, evidentemente, esta caracterização hídrica também é importante e a idéia é que nas diversas instituições localizadas no tabuleiro e que desenvolvem pesquisas agrônômicas nos seus solos, sejam elas quais forem, que se faça algum tipo de avaliação da água no solo ao longo do tempo (4 – 5 anos pelo menos) para se ter uma idéia correta do regime hídrico no perfil do solo em cada região; por exemplo, somente a medida do conteúdo de água

ao longo do perfil do solo e da precipitação pluvial, nas diversas regiões do tabuleiro, com o tempo já forneceria uma boa visão do comportamento da água. Estudos mais elaborados, como balanço hídrico dando ênfase aos fluxos de água no solo, são também importantes e tornam-se mais efetivos se forem conduzidos por todo o tabuleiro também de maneira integrada/coordenada. Experimentos nos quais se procura romper a camada endurecida dos solos de tabuleiro podem ser interessantes no curto prazo, mas nunca devem ser conduzidos sem a avaliação da dinâmica da água, notadamente da medida da drenagem interna, para verificar se esses procedimentos não possam vir a causar carreamento de nutrientes e de outras substâncias que possam poluir a água subterrânea. Nesse particular, o trabalho de Cintra et al (2000) mostrou que a camada coesa, nas condições onde o experimento foi conduzido, funcionou como um fornecedor de água ao citros durante o período de seca. Nas metodologias de determinação da condutividade hidráulica em função do conteúdo de água, sob condições de campo, há necessidade de delimitar uma parcela de solo e nela estudar a redistribuição da água após o maior umedecimento possível do perfil. Nestes processos, a camada coesa pode causar dificuldades se o perfil do solo não for convenientemente confinado isto é, ao se delimitar a parcela para sua inundação e, então, a redistribuição da água, deve-se ter certeza que durante esses processos o movimento da água seja sempre no sentido vertical descendente. Finalmente, por esse caráter coeso dos solos de tabuleiro, estudos da disponibilidade da água considerando, além da capacidade de campo e do ponto de murchamento permanente, a resistência do solo a penetração das raízes e a porosidade de aeração do solo (Letey, 1985; Silva et al 1994) também revestem-se de importância num estudo integrado / coordenado em todo o tabuleiro costeiro.

## LITERATURA CONSULTADA

CINTRA, F.L.D.; LIBARDI, P.L. & SILVA, A.P. Tabuleiros costeiros do nordeste do Brasil: uma análise dos efeitos do regime hídrico e da presença de camadas coesas nos solos. Boletim informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 22: 77-80, 1997.

CINTRA, F.L.D. & LIBARDI, P.L. Caracterização física de uma classe de solo do ecossistema do tabuleiro costeiro. Scientia Agricola, 55: 367-378, 1998.

CINTRA, F.L.D.; LIBARDI, P.L.; SAAD, A.M. Balanço hídrico no solo para porta enxertos de citros em ecossistema de tabuleiro costeiro. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 4(1): 23-28, 2000.

LETEY, J. Relationships between soil physical properties and crop productions. *Adv. Soil Science* (1): 277-294, 1985.

LIBARDI, P.L. *Dinâmica da Água no Solo* 2ª ed. Piracicaba, Ed. do autor, 2000. 509p.

MORAES, S.O.; LIBARDI, P.L.; DOURADO NETO, D. Problemas metodológicos na obtenção da curva de retenção da água no solo. *Sci. Agric.* (50): 383-392, 1993.

SILVA, A.P.; KAY, B.D.; PERFECT, E. Characterization of the least limiting water range of soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* (58): 1775-1781, 1994.

SOUZA, L.S. Aspectos sobre o uso e manejo dos solos coesos dos tabuleiros costeiros. *Boletim informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*, 22: 34-38, 1997.

# GEOPROCESSAMENTO PARA O MANEJO DE SOLOS

Marco Antonio Gomes Franco<sup>1</sup>

## INTRODUÇÃO

Este trabalho objetiva apresentar alguns fundamentos básicos da metodologia de aplicação do geoprocessamento como ferramenta de trabalho para o manejo de solos. As informações foram fundamentadas a partir de experiência adquirida em trabalhos realizados em cooperação com a Universidade de Stuttgart, na Alemanha, e de uma ampla revisão bibliográfica, cujas referências encontram-se no final deste texto.

Nos últimos anos têm-se tornado cada vez mais comum o uso de técnicas de geoprocessamento como suporte aos trabalhos de manejo de solos. O geoprocessamento é a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica.

O geoprocessamento influencia diversos campos, dentre os quais destacam-se:

- Cartografia;
- Análise de Recursos Naturais;
- Transportes;
- Comunicações;
- Energia;
- Planejamento Urbano e Regional.

A utilização do geoprocessamento permite realizar:

- análises complexas de informações;
- integrar dados de diversas fontes e criar bancos de dados geo-referenciados, tornando possível automatizar a produção de documentos cartográficos.

---

<sup>1</sup> Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira – CEPLAC. Ilhéus/BA.

Sendo o Brasil um país de dimensões continentais, o uso potencial do geoprocessamento como técnica de tratamento da informação é bastante promissor.

## CONCEITOS DE ESPAÇO E RELAÇÕES ESPACIAIS

O estudo do geoprocessamento implica na assimilação de alguns conceitos básicos de espaço e relações espaciais.

**Espaço geográfico:** coleção de localizações na superfície da Terra (fenômenos geográficos).

**Informação espacial:** existência de objetos com propriedades que incluem localização no espaço e sua relação com outros objetos (incluem conceitos topológicos).

Assim, espaço geográfico (*locus* absoluto) e informação espacial (*locus* relativo) são duas formas complementares de conceituar o objeto de estudo do geoprocessamento.

A noção absoluta de espaço geográfico leva a idéia de conjuntos de campos geográficos e a noção relativa de informação espacial conduz a postulação da existência de conjuntos de objetos geo-referenciados.

## RELAÇÕES ESPACIAIS ENTRE FENÔMENOS GEOGRÁFICOS

As relações espaciais estão relacionadas a padrões de inter-relação:

**Correlação espacial** - fenômeno espacial relacionado com seu entorno.

**Correlação temática** - características de uma região geográfica moldadas por um conjunto de fatores.

**Correlação temporal** - Fisionomia da Terra em constante transformação (ciclos variáveis).

**Correlação topológica** - adjacência, pertinência e interseção.

## SIG (SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS)

A concepção de SIG – sistemas de informações geográficas – possui diversas definições. De um modo mais abrangente, um SIG pode ser considerado como:



*“Um conjunto manual ou computacional de procedimentos utilizados para armazenar e manipular dados georreferenciados”* (Aronoff, 1989);

*“Conjunto poderoso de ferramentas para coletar, armazenar, recuperar, transformar e visualizar dados sobre o mundo real”* (Burrough, 1986).

## GEOPROCESSAMENTO E CAD (COMPUTER AIDED DESIGN)

Embora distintos quanto aos seus objetivos, em muitos trabalhos o SIG e o CAD têm sido usados de um modo integrado para a geração de resultados. Entretanto, existe uma confusão comum na interpretação quanto a abrangência e uso do geoprocessamento e CAD:

- CAD trata os dados com simetria e regularidade.
- Geoprocessamento trata os dados definindo uma topologia, que é a estrutura de relacionamentos espaciais (vizinhança, proximidade, pertinência).

## ESTRUTURA DE UM SIG

Um SIG caracteriza-se por possuir uma estrutura própria de funções:

- Interface com o usuário;
- Entrada e integração de dados;
- Funções de processamento gráfico e de imagens;
- Visualização e impressão;
- Armazenamento e recuperação de dados (organizados sob a forma de um banco de dados geográficos).

Essa estrutura pode ser observada em três níveis:

- Próximo ao usuário: define como o sistema é operado.
- Intermediário: entrada, edição, análise, visualização e saída.
- Interno: sistema de gerência de banco de dados = armazenamento e recuperação.

## EXEMPLOS DE MODOS DE SELEÇÃO

Existem alguns exemplos de como o uso de um SIG pode facilitar processos de definição de parâmetros que, quando realizados através de outras técnicas, geralmente implicam na maior demanda de tempo e custos:

- Recupere os dados relativos a carta de Ilhéus, Bahia, (restrição por definição de região de interesse).
- Recupere as cidades do Estado da Bahia com população entre 10.000 e 100.000 habitantes (consulta por atributos não-espaciais).
- Mostre os postos de saúde num raio de 10 km do hospital municipal de Itabuna, Bahia. (consulta com restrições espaciais).

## METODOLOGIA

O uso do SIG não pode prescindir do domínio das técnicas já cientificamente estabelecidas em disciplinas como, por exemplo:

- Geomorfologia;
- Ecologia;
- Pedologia.

## ATIVIDADES METODOLÓGICAS (APLICAÇÕES AMBIENTAIS)

A disciplina da cartografia está diretamente relacionada com a disciplina do geoprocessamento. Em termos de aplicações da metodologia de geoprocessamento, podemos definir basicamente três modos:

- Mapeamento;
- Regionalização (Zoneamento);
- Modelagem.

Um outro modo de abrangência seria o que compreende a “*análise geográfica e processamento de imagens*”, mas nós preferimos considerá-lo como uma atividade inserida nos três modos anteriores.

## MAPEAMENTO

### Objetivo

O mapeamento busca a produção de dados em geoprocessamento, gerando um único tema, sem a necessidade de uma análise integrada entre diferentes tipos de dados.

### Metodologia

Por exemplo, considere-se a seguinte questão:

- *Quais os possíveis valores de classe de dados temáticos estudada (legendas de mapa temático)?*

### Obtenção

- a) levantamento de campo (interpretação de imagens);
- b) *inserir informações num banco de dados geográfico.*

### Resultados

Mapas temáticos ou cadastrais derivados de levantamentos.

- *Um outro exemplo seria: “como obter um mapa do desflorestamento na Amazônia (interpretação analógica ou automática de imagens de satélite)?”*

### Obtenção:

- a) *Levantamento de campo:* amostragem apoiada num mapeamento cartográfico básico (uso de imagens orbitais ou sub-orbitais e informações bibliográficas).
- b) *Interpretação de imagens de sensoriamento remoto* (temporalidade e baixo custo):
  - uso (maneiras como as características biofísicas são manipuladas e o objetivo da manipulação) - insere especialização dos processos econômicos e sociais.
  - cobertura do solo
  - imagem de satélite (bandas refletidas - sensores passivos; retro-espalhamento - sensores de microondas).

### Definições Básicas

- modo de classificação pode ser baseado em processamento ponto-a-ponto (cada ponto é classificado separadamente dos demais) ou em processamento por regiões (áreas contíguas homogêneas são processadas em conjunto - segmentação) Histograma: imagem com menor contraste apresenta histograma com forma mais estreita (aplicações lineares, logarítmicas e exponenciais);
- Espaço de atributos (espaço multidimensional : eixos representam diferentes grandezas).

### Representações matemáticas:

- A dimensão corresponde a uma bandas espectral.
- Cada pixel (elemento amostral) é localizado em função de sua resposta espectral.
- Classificação das imagens: processo de interpretação (automática ou visual) de imagens de satélite aonde particionamos o espaço de atributos em regiões onde cada uma delas corresponde a uma parte desse espaço.

c) *Reclassificação de informações existentes num banco de dados geográficos.*

### Reclassificação por atributos:

A partir de um banco de dados geográficos pode-se armazenar as informações cadastrais (geo-objetos), desde que conhecidos os atributos descritivos e a representação espacial.

### Regionalização

Obtenção de unidades homogêneas ou unidades territoriais básicas a partir de procedimentos analíticos do SIG.

Regionalização = Zoneamento.

Região Geográfica: particionamento do espaço geográfico em unidades com características homogêneas.

- A paisagem pode ser definida como sendo função da escala. As zonas foram compostas de vários biomas, descendo a níveis de domínio, região natural, geosistema, geofácies e geótopo.

A regionalização parte de uma definição de paisagem.

Pode ser gerado um único mapa cadastral composto por várias unidades de paisagem, onde cada unidade possui certas características particulares sob o ponto de vista biofísico (geologia, geomorfologia, solos, cobertura vegetal e clima) e sócio-econômicas (uso da terra).

Critérios: deve-se identificar variáveis explicativas, cujo inter-relacionamento permite distinguir com detalhe suficiente as diferentes unidades homogêneas e realizar o particionamento do espaço geográfico de forma satisfatória.

Necessidade:

- Conjunto de mapas temáticos;
- Um procedimento automatizado para obtenção de um mapa cadastral a partir dos mapas temáticos básicos.

Pode consistir em uma intersecção espacial (com ou sem restrição), em uma classificação booleana ou uma classificação contínua.

Importante: pesquisa multitemática com problemas de propagação de erros e interpretação de resultados.

Modelagem

Modelagem é um processo de predição de fenômenos geográficos baseado em modelos matemáticos que descrevem a evolução de uma grandeza. Os modelos de simulação e de ferramentas de estatística espacial são necessários para a compreensão dos processos envolvidos no manejo de solos.

Os relacionamentos entre geo-objetos e geo-campos (visões estáticas da realidade geográfica) descrevem padrões estáticos e não representa processos de evolução dinâmica.

## LITERATURA CONSULTADA

Arc/Info (Ed.), 1992, Surface Modeling with TIN. 2nd ed. Vol. 1. Esri, Redlands, CA.

Aronoff, S., 1989, Geographic Information Systems: A Management Perspective. WDL. Canadá.

Burrough, P.A. and McDonnell, R.A., 1986, Principles of Geographical Information Systems. Oxford.

Davidson, D.A.; Watson, Al., 1993. Dikau, R. 1989. The application of a digital relief model to landform analysis in geomorphology. GIS – Three Dimensional Applications in Geographic Information Systems. Taylor&Francis.

Eastman, J.R. (Ed.), 1996, Idrisi for Windows. 1st ed. Vol. 1. Clark University, Worcester, MA.

Erdas (Ed.), 1997, Erdas Field Guide, Version 8.3. 4th ed. Vol. 1. Erdas, Inc., Atlanta GA, USA.

Esri (Ed.), 1989, Arc/Info Data Management, Concepts, data models, database design and storage. 1st ed. Vol. 1. Esri, Redlands, CA.

Franco, M.A.G.; Holz, B.; Kaule, G.; Kleyer, M.; Menezes, M.; Pereira, J.M.; Trevisan, S., 1994, Program for the Environmental Development of the Rain Forest Region in Bahia, Brazil.

\_\_\_\_\_ 1998. Landscape Planning For A Sustainable Development In A Tropical Rain Forest At Northeastern Brazilian Region Through The Use Of Remote Sensing Analysis. Thesis. University of Stuttgart.

Geographic Information Systems – An Introduction. Jeffrey Star and John Estes. 1990.

Gold, C.M. 1989. Surface interpolation, spatial adjacency and GIS. GIS – The 3-Dimensional geoscientific mapping and modelling system: a conceptual design. Three Dimensional Applications in Geographic Information Systems. Taylor&Francis.

McLaren, R.A, and Kennie, T.J., 1989, Visualization of digital terrain models: techniques and applications. GIS – Three Dimensional Applications in Geographic Information Systems. Taylor&Francis.

Raper, J.F., 1989, GIS – The 3-Dimensional geoscientific mapping and modelling system: a conceptual design. Three Dimensional Applications in Geographic Information Systems. Taylor&Francis.

Smith, D.R. and Paradis, A. R., 1989, Three-Dimensional GIS for the sciences. GIS – Three Dimensional Applications in Geographic Information Systems. Taylor&Francis.

Stauch, C.; Bill, R., 1994, Monitoring Agriculture in an Operational way by integrating Remote Sensing and GIS Information. Proceedings of the EGIS/MARI'94 2, Paris, France.

