

*Diálogos transdisciplinares em*

# **AGROECOLOGIA:**

**Projeto Café com Agroecologia**



## **Organizadores**

Davi Lopes do Carmo • Sílvia Oliveira Lopes • Elizangela da Silva Miguel • Paulo Prates Júnior  
• Felipe Carvalho Santana • Adalgisa de Jesus Pereira • Vicente Wagner Dias Casali  
• Raphael Bragança Alves Fernandes • Ricardo Henrique Silva Santos  
• Elpídio Inácio Fernandes Filho • Irene Maria Cardoso • Sílvia Eloiza Priore

*Diálogos transdisciplinares em*  
**AGROECOLOGIA:**  
*projeto Café com Agroecologia*

**Realização:**



Pós-Graduação em  
**Agroecologia-UFV**



**Apoio:**



**Viçosa, MG**  
**2021**



**Reitor**

Demetrius David da Silva

**Vice-reitora**

Rejane Nascentes

**Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação**

Raul Narciso Carvalho Guedes

**Pró-Reitoria de Extensão e Cultura**

José Ambrósio Ferreira Neto

**Diretor do Centro de Ciências Agrárias**

Mario Luiz Chizzotti

**Diretor do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde**

João Marcos de Araújo

**Chefe do Departamento de Agronomia**

Ricardo Henrique Silva Santos

**Chefe do Departamento de Zootecnia**

Mário Luiz Chizzotti

**Chefe do Departamento de Nutrição e Saúde**

Raquel Maria Amaral Araújo

**Chefe do Departamento de Solos**

Genelício Crusoé Rocha

**Coordenadora da Pós-Graduação em Agroecologia**

Silvia Eloiza Priore

**Representante dos discentes**

Edna Miranda Mayer

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Diagramação:** Sílvia Oliveira Lopes e Davi Lopes do Carmo

**Capa:** João Antonio Araujo Santos e Felipe Carvalho Santana

**Ficha catalográfica preparada por  
Fabiene Cristina da Silva Reis – CRB-6 / 2975**

D536  
2021

Diálogos transdisciplinares em Agroecologia: projeto café com agroecologia / Davi Lopes do Carmo, Sílvia Oliveira Lopes, Elizangela da Silva Miguel, Paulo Prates Júnior, Felipe Carvalho Santana, Adalgisa de Jesus Pereira, Vicente Wagner Dias Casali, Raphael Bragança Alves Fernandes, Ricardo Henrique Silva Santos, Elpídio Inácio Fernandes Filho, Irene Maria Cardoso, Sílvia Eloiza Priore. – Viçosa, MG: FACEV, 2021.  
451 p. : il. ; ePUB.

ISBN 978-65-993310-1-5

1. Agroecologia. 2. Agricultura sustentável. 3. Desenvolvimento sustentável - Gestão ambiental. 4. Pesticidas - Aspectos ambientais. 5. Ecologia agrícola - Agricultura orgânica. 6. Educação popular - Agricultura alternativa. I. Carmo, Davi Lopes do. II. Lopes, Sílvia Oliveira. III. Miguel, Elizangela da Silva. IV. Prates Júnior, Paulo. V. Santana, Felipe Carvalho. VI. Pereira, Adalgisa de Jesus. VII. Casali, Vicente Wagner Dias. VIII. Fernandes, Raphael Bragança Alves. IX. Santos, Ricardo Henrique Silva. X. Fernandes Filho, Elpídio Inácio. XI. Cardoso, Irene Maria. XII. Priore, Sílvia Eloiza. XIII. Título.

CDD 22. ed. 630.2815

Este e-book ou qualquer parte dele pode ser citado desde que a fonte seja referenciada. O conteúdo dos capítulos é de responsabilidade dos seus respectivos autores.

**Modo de referenciar parte dessa obra, exemplo:**

MIGUEL, E. S. *et al.* Saúde e alimentação saudável no âmbito do uso indiscriminado de agrotóxicos. *In*: CARMO, D. L. *et al.* (Org.). **Diálogos transdisciplinares em Agroecologia:** projeto Café com Agroecologia. Viçosa: FACEV, 2021. cap. 12, p. 169-182.

**Programa de Pós-Graduação em Agroecologia - UFV**

[www.posagroecologia.ufv.br](http://www.posagroecologia.ufv.br)

**Endereço**

Edifício Sylvio S. Brandão – 2º andar – Campus Universitário, CEP: 36570-900, Viçosa – MG

**Contato**

E-mail: [pos.agroecologia@ufv.br](mailto:pos.agroecologia@ufv.br), Tel.: (+55) 31 3612-4448

# Organizadores

**Davi Lopes do Carmo**, Tecnólogo em Cafeicultura/IFSULDEMINAS, Mestre e Doutor em Solos e Nutrição de Plantas/UFLA e Pós-doutor em Agroecologia pelo Programa de Pós-Graduação em Agroecologia/UFV.

**Sílvia Oliveira Lopes**, Nutricionista, Mestra em Agroecologia e Doutoranda em Ciência da Nutrição/UFV.

**Elizangela da Silva Miguel**, Nutricionista, Mestra em Agroecologia e Doutoranda em Ciência da Nutrição/UFV.

**Paulo Prates Júnior**, Bacharel em Ciências Biológicas/UFBA, Mestre em Agroecologia e Doutor em Microbiologia Agrícola/UFV. Pós-doutor em Microbiologia/UFV.

**Felipe Carvalho Santana**, Engenheiro Ambiental/UEMG, Mestre em Agroecologia e Doutorando em Solos e Nutrição de Plantas/UFV.

**Adalgisa de Jesus Pereira**, Bacharel em Agroecologia/IF Sudeste MG – Campus Rio Pomba, Mestra em Agroecologia e Doutora em Fitotecnia/UFV. Professora na Fundação Helena Antipoff.

**Vicente Wagner Dias Casali**, Engenheiro Agrônomo/UFRRJ, Mestre em Fitotecnia (Produção Vegetal)/UFV e Doutor em Genética e Melhoramento/Purdue University. Professor Voluntário/UFV.

**Raphael Bragança Alves Fernandes**, Engenheiro Agrônomo/UFV, Mestre e Doutor em Solos e Nutrição de Plantas/UFV. Professor Associado do Departamento de Solos e Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas/UFV.

**Ricardo Henrique Silva Santos**, Engenheiro Agrônomo/UFV, Mestre e Doutor em Fitotecnia (Produção Vegetal)/UFV. Professor Titular e Chefe do Departamento de Agronomia/UFV.

**Elpídio Inácio Fernandes Filho**, Engenheiro Agrônomo/UFV, Mestre e Doutor em Solos e Nutrição de Plantas/UFV. Professor Titular do Departamento de Solos/UFV.

**Irene Maria Cardoso**, Engenheira Agrônoma/UFV, Mestra em Solos e Nutrição de Plantas/UFV e Doutora em Ciências Ambientais/Wageningen University - Holanda. Professora Titular do Departamento de Solos/UFV.

**Sílvia Eloiza Priore**, Nutricionista, Mestra e Doutora em Nutrição/UNIFESP/EPM. Professora Titular do Departamento de Nutrição e Saúde e Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia/UFV.

# Agradecimento

Ao programa de Pós-Graduação em Agroecologia da Universidade Federal de Viçosa, juntamente com seu corpo docente que proporcionam aos seus pós-graduandos um envolvimento integrado entre a pesquisa, o ensino e a extensão que incluindo o Projeto Café com Agroecologia.

À comissão organizadora do Café com Agroecologia: roda de conversa: que faz os eventos acontecerem mensalmente de forma gratuita aos participantes.

De forma muito especial aos agricultores e agricultoras que trazem experiências no âmbito da Agroecologia e compartilham seus saberes com o meio acadêmico, enriquecendo nossa visão de mundo com suas experiências.

Aos professores, pós-graduandos e graduandos que contribuíram com suas experiências mediante a participação como facilitadores das conversas, nas quais originaram esta obra.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), ao Centro de Ciências Agrárias (CCA), ao Centro de Ciências Biológicas e da Saúde (CCB), à Diretoria de Tecnologia da Informação (DTI), aos departamentos de Agronomia (antigo departamento de Fitotecnia), de Nutrição e Saúde, de Solos e Zootecnia da UFV que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste projeto.

Ao Núcleo de Educação no Campo e Agroecologia (ECO) da UFV.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação Artística, Cultural e de Educação para a Cidadania de Viçosa (FACEV).

Aos autores, pelo imenso esforço e dedicação em discutir a temática da Agroecologia, enriquecendo essa obra.

# Prefácio

O ser humano tem um caminho tortuoso no planeta Terra, passando de um animal insignificante participando intensamente dos elementos da natureza, para um ser explorador e modificador voraz dos ecossistemas. Nesse processo de transformação, a humanidade experimentou realidades e experiências múltiplas, onde nem sempre foi feliz nas escolhas dos caminhos, alterando de forma drástica o equilíbrio tênue e milenar da natureza.

A trajetória humana é marcada pela prática da ação cooperativa para alcançar qualidade de vida. Para isso a solidariedade entre os povos fez com que conseguíssemos chegar ao século XXI com uma população beirando os 8 bilhões de habitantes. Infelizmente, grande parte dessa população não consegue usufruir das ações cooperativas entre os povos e ter seus sonhos de qualidade de vida alcançados. Contudo, a esperança move esses povos para ações transformadoras dos paradigmas dominantes dos nossos dias. Deste modo, a Agroecologia aparece como uma proposta de nova ordem social, onde o diálogo entre os diversos atores sociais é estimulado e exercitado todos os dias.

Dentro desse contexto, esta obra é resultante do exercício pleno da Agroecologia, trazendo diálogos transdisciplinares numa roda de expressão democrática do eu. Composta por agricultores, estudantes, mestres, doutores e pessoas interessadas na interação, e no 'cafezinho', essa experiência é rica na troca de conhecimentos e experiências de vida. Como a Agroecologia, os temas conversados são diversos abordando questões sociais, políticas, de produção e consumo alimentar, e de saúde. O importante é solidarizar o conhecimento numa amorização comum entre os participantes.

A convergência de ideais solidários promove ações transformadoras, direcionando o olhar para os povos mais necessitados, promovendo a re-ligação do homem com a natureza. Assim, ações como a roda de conversa promove a construção coletiva, formando pessoas mais ligadas com o próximo, entendendo que a Terra é pequena e única. Com essas iniciativas entendemos que os ecossistemas devem funcionar na sua plenitude para que todos, sem exceção, possam realizar seus sonhos e alcançar qualidade de vida.

Eduardo de Sá Mendonça  
Alegre-ES, abril de 2021

# Apresentação

O livro “**Diálogos Transdisciplinares em Agroecologia: Projeto Café com Agroecologia**” conta parte das rodas de conversa do Projeto de Extensão da Universidade Federal de Viçosa (UFV), intitulado “Café com Agroecologia”, no intervalo dos anos de 2015 a 2018.

O **Café com Agroecologia** surgiu de modo espontâneo, na tentativa de formalizar os diálogos que ocorriam em diversos espaços, dos formais aos mais informais, de modo especial entre os pós-graduandos do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia (PPGA) da UFV. Assim, foi implementado um **projeto de extensão**, com a iniciativa de egressos, discentes e docentes, sem restringir a participação de outros colaboradores. A PPGA abraçou a iniciativa e formalizou o registro, com o livre acesso ao público, buscando construir uma atmosfera agradável e problematizadora para assuntos inter e transdisciplinares, com a divulgação e valorização da Agroecologia.

O referido projeto possui registro no RAEX - Registro de Atividades de Extensão (nº **PRJ-272/2015**) da UFV. O primeiro passo formal foi dado em dezembro de 2014, após um encontro para o (com)partilhamento de propostas e o planejamento das atividades do primeiro ano. O evento inicial aberto ao público ocorreu em **janeiro de 2015** e se mantém numerado em sequência, por meio de temáticas mensais, que normalmente ocorrem na última quinta-feira do mês. Contempla assuntos que envolvem **diversas áreas do saber**, incluindo aqueles provenientes dos conhecimentos de agricultores, professores, pesquisadores, estudantes de graduação e pós-graduação, mulheres, jovens, idosos, dentre outros.

Os encontros são iniciados com a fala do convidado/palestrante sobre uma temática, por cerca de 30 minutos. Em seguida, perguntas e questionamentos são feitas pelos participantes ao facilitador. Em meio a dinâmica ocorre a degustação de alimentos e bebidas diversas, provenientes da agricultura familiar, o que permite maior aproximação dos organizadores com agricultores familiares do município de Viçosa, MG. A maior parte da aquisição de alimentos é proveniente do Quintal solidário (feira de agricultores familiares), idealizado pela Seção Sindical dos Docentes da UFV (ASPUV), visando valorizar produtos locais e consumo consciente.

**A dinâmica dos diálogos** permite, que os participantes sejam atores no processo de debate e troca de experiências, além de ouvir a experiência do convidado/palestrante. O objetivo central dos encontros e discussões consistem em compartilhar diversas experiências, a partir de temas propostos para cada encontro. **A roda de conversa** possui formato circular, de modo a facilitar e incentivar a dinâmica das conversas de forma mais participativa, com plena liberdade de falar e ouvir a fala do outro, concordar e discordar.

Por isso, ao longo do tempo o Café com Agroecologia tem adotado um **instrumento metodológico participativo**, que favorece a construção coletiva do saber, da reflexão e do diálogo formal e informal, bem como tem buscado equilibrar a seriedade dos temas com humor, com razão e emoção e, que tem triunfado na trindade entre a arte, ciência e filosofia, bem como entre o ensino, pesquisa e extensão. Em razão de ser um ambiente diverso e plural, os encontros são únicos e ricos culturalmente, com articulações nos conhecimentos empíricos, científicos e populares.

**O planejamento** e organização dos eventos e os diálogos em si, ocorrem numa perspectiva horizontal, sem hierarquização dos saberes, com respeito mútuo, características fundamentais na socialização das experiências e na construção do pluralismo de ideias. Assim, o ambiente propicia a inserção social, aproxima pessoas para compartilhar suas experiências de vida e o acolhimento dos “calouros” do PPGA.

Este caminho de diálogos transdisciplinares criado pelo projeto, possibilitou a elaboração deste material, abarcando em especial as **três linhas de pesquisa do PPGA, sendo elas: 1) Manejo de Agroecossistemas Tropicais (MAT)**, que visa ampliar o conhecimento científico e desenvolver pesquisas e tecnologias de métodos e processos biológicos e ecológicos envolvidos no manejo dos agroecossistemas; **2) Sistemas Agroalimentares de Agricultores Familiares (SAA)**, que busca estudar as relações de produção e consumo de alimentos, bem como aspectos relacionados à soberania e a segurança alimentar e nutricional e **3) Processos Físicos, Biogeoquímicos e Dinâmica de Recursos em Agroecossistemas (PRA)**, que objetiva estudar os componentes bióticos e abióticos de agroecossistemas e suas relações com sistemas naturais na produção de bens e serviços ecossistêmicos.

Nesse sentido, esse material se caracteriza como um **potencializador de reflexões e engajamento, ao longo de seus trinta capítulos**, que abrangem diversos temas correlatos à Agroecologia: inovação social, educação do campo e popular, políticas públicas, movimentos sociais, agricultura orgânica, manejo agroecológico, etnobotânica, agrobiodiversidade, manejo de agroecossistema e solos, agricultura moçambicana, homeopatia, promoção da saúde, plantas medicinais, microbiologia e microrganismos, produção e consumo de alimentos, transgênicos, agrotóxicos, extensão universitária, Programa Nacional de Alimentação Escolar, práticas culinárias e Segurança Alimentar e Nutricional.

Sílvia Oliveira Lopes  
Paulo Prates Júnior  
Elizangela da Silva Miguel

**Aarón Martínez Gutiérrez**, Engenheiro Agrônomo/Instituto Tecnológico do Valle de Oaxaca – TecNM, México, Mestre em Ciências Agrárias/UFSJ e Doutor em Fitotecnia/UFV. Subdiretor Acadêmico do Instituto Tecnológico do Valle de Oaxaca – Cidade do México.

**Adalgisa de Jesus Pereira**, Bacharel em Agroecologia/IF Sudeste MG – Campus Rio Pomba, Mestre em Agroecologia e Doutora em Fitotecnia/UFV. Professora na Fundação Helena Antipoff.

**Alessandra Paiva Ribeiro**, Técnica em Agropecuária/Escola Família Agrícola Paulo Freire (EFAP). Engenheira Agrônoma/UFV.

**Alexandre Leandro Santos de Abreu**, Engenheiro Florestal/UFV. Especialista em Desenvolvimento/UFMG. Mestre em Ciências Florestais/UnB.

**Aline Corrêa Coelho e Francês**, Bacharel em Ciências Biológicas/UEMG, Mestre em Agroecologia/UFV. Responsável Técnica em Agroecologia/Fazenda São Lourenço/Passos-MG.

**Allain Wilham Silva de Oliveira**, Bacharel em Geografia/UFJF, Mestre em Geografia/UFMG e Doutor em Geografia/UNESP. Professor do Coluni/UFV.

**Álvaro Henrique Costa**, Engenheiro Agrônomo, Mestre e Doutor em Entomologia/UFV.

**Anália Arêdes**, Licenciada em Biologia, Mestre em Produção Vegetal, Doutora em Produção Vegetal e Pós-Doutora/UENF.

**Ana Lucia Cadena-Gonzalez**, Bióloga, Mestre em Desenvolvimento Agrícola/Universidade de Copenhague, Dinamarca. Doutoranda na Universidade de Munster, Alemanha.

**André Naves Fenelon**, Mestre em Extensão Rural/UFV. Membro do Projeto de Assessoria as Comunidades Atingidas por Barragens e Mineração (PACAB).

**Antônio da Piedade Melo**, Engenheiro Agrônomo/UEM, Moçambique, Mestre em Solos e Nutrição de plantas/UENF e Doutorando em Fitotecnia/UFV. Professor do Departamento da Agricultura na Escola Superior de Negócios e Empreendedorismo de Chibuto/UEM.

**Ariadne Barbosa do Nascimento Einloft**, Nutricionista, Mestra e Doutoranda em Ciência da Nutrição/UFV.

**Arthur Telles Calegário**, Engenheiro Agrícola e Ambiental, Mestre em Engenharia Agrícola, Doutorando em Engenharia Agrícola/UFV.

**Benedito Armando Cunguara**, Engenheiro Agrônomo/UEM, Moçambique. Mestre em Economia Agrária pela Universidade Estadual de Michigan, Doutor em Ciências Socioeconômicas pela Universidade de Ciências Aplicadas e Recursos Naturais de Bodenkultur em Viena, Áustria.

**Bianca Aparecida Lima Costa**, Jornalista, Mestra e Doutora em Ciências Sociais/PUC-MG. Professora do Departamento de Economia Rural/UFV. Pós-doutora pela Universidad de Córdoba, Espanha.

**Bruno Nery Fernandes Vasconcelos**, Engenheiro Agrônomo, Mestre e Doutor em Solos e Nutrição de plantas/UFV. Professor do Instituto de Ciências Agrárias/UFU.

**Célia das Eiras Ludovina Dgedge Melo**, Engenheira Agrônoma/UEM, Moçambique. Mestre em Fitotecnia/UFV e Doutoranda em Engenharia Agrícola/UFV. Professora do Departamento da Agricultura na Escola Superior de Negócios e Empreendedorismo de Chibuto (ESNEC)/UEM.

**Cintia Pereira Donateli**, Nutricionista, Mestra e Doutoranda em Ciência da Nutrição/UFV.

**Clarissa de Souza Nunes**, Bacharel e Licenciada em Ciências Biológicas/UFJF, graduanda em Nutrição/UFV.

**Davi Lopes do Carmo**, Tecnólogo em Cafeicultura/IFSULDEMINAS, Mestre e Doutor em Solos e Nutrição de Plantas/UFLA e Pós-doutor em Agroecologia pelo Programa de Pós-Graduação em Agroecologia/UFV.

**Dayane de Castro Morais**, Nutricionista, Especialista em Gestão de Saúde Pública pela FIMON. Mestra e Doutora em Ciência da Nutrição/UFV.

**Djalma Silva Pereira**, Bacharel em Agroecologia/UFRB, Mestre em Agroecologia e Doutor em Solos e Nutrição de Plantas/UFV.

**Edvirges Conceição Rodrigues**, Licenciada em Educação do Campo e Mestre em Agroecologia/UFV.

**Edynei Miguel Cristino**, Licenciado em Educação do Campo/UFV.

**Élida Lopes Miranda**, Graduação em Pedagogia e Mestre em Educação. Professora do Departamento Educação-Licenciatura em Educação do Campo (LICENA)/UFV.

**Elizangela da Silva Miguel**, Nutricionista, Mestre em Agroecologia e Doutoranda em Ciência da Nutrição/UFV.

**Elem Fialho Martins**, Engenheira Agrônoma, Mestre e Doutoranda em Entomologia/UFV.

**Emuriela da Rocha Dourado**, Engenheira Agrônoma, Mestre em Agroecologia e Doutoranda em Microbiologia Agrícola/UFV.

**Eugênio Martins de Sá Resende**, Engenheiro Agrônomo e Mestre Extensão Rural/UFV e Pesquisador colaborador da UFV.

**Ezequiel Lopes do Carmo**, Engenheiro Agrônomo, Mestre e Doutor em Energia na Agricultura/UNESP/FCA - Campus Botucatu. Professor IFTO – Campus Dianópolis.

**Fabício Vassalli Zanelli**, Bacharel e Licenciado em Geografia e Mestre em Educação/UFV. Professor do Departamento de Educação/UFV.

**Felipe Carvalho Santana**, Engenheiro Ambiental/UEMG, Mestre em Agroecologia e Doutorando em Solos e Nutrição de plantas/UFV.

**Fernanda Machado Ferreira**, Bacharel em Geografia, Mestre em Extensão Rural e Doutora em Extensão Rural/UFV.

**Fernanda Maria Coutinho de Andrade**, Engenheira Agrônoma, Mestre e Doutora em Fitotecnia/UFV. Fundadora do Instituto de Homeopatia na Agricultura e Ambiente (IHAMA). Professora do Departamento de Educação/UFV.

**Fernanda Pereira Andrade**, Engenheira Agrônoma, Mestre em Entomologia e Doutoranda em Entomologia/UFV.

**France Maria Gontijo Coelho**, Licenciada em História/UFMG, Mestre em Extensão Rural/UFV, Doutora em Sociologia/UnB. Professora Titular Aposentada/UFV.

**Gabriel Bianconi Fernandes**, Engenheiro Agrônomo, Mestre e Doutor em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia/UFRJ.

**Gabriella Almeida Nogueira Linhares**, Engenheira Agrônoma, Mestre, Doutora e Pós-doutora em Produção Vegetal/ UENF.

**Gérson Adriano Silva**, Engenheiro Agrônomo, Mestre em Entomologia e Doutor em Fitotecnia/UFV. Professor Associado da UENF.

**Gilsélia Macedo Cardoso Freitas**, Graduação em Pedagogia/UNEB, Doutora pela Universidade Del Mar/Chile. Professora Adjunta/UFRB.

**Glauce Dias da Costa**, Nutricionista, Mestre e Doutora em Ciência da Nutrição/UFV. Professora do Departamento de Nutrição e Saúde/UFV.

**Heveraldo Pereira Coelho**, Agricultor Familiar e Terapeuta Holístico. Possui Curso de Homeopatia/UFV e atua como terapeuta em Guidoal-MG.

**Honório Dourado Neto**, Técnico em Agropecuária/Centro de Agricultura Alternativa do Norte de Minas. Atua como terapeuta holístico (biomagnetismo e radiestesia).

**Hugh Lacey**, PhD em História e Filosofia da Ciência pela Universidade de Indiana (EUA). Professor Emérito de Filosofia da Família Scheuer e Pesquisador Sênior na Swarthmore College (Pennsylvania, EUA).

**Irene da Silva Araújo Gonçalves**, Nutricionista/FaSaR, Pedagoga/FIJ, Mestre e Doutoranda em Ciência da Nutrição/UFV.

**Jéssica Mayara Coffler Botti**, Engenheira Agrônoma/IFES, Mestre em Ciências Agrárias/UFSJ e Doutoranda em Entomologia /UFV.

**João Santiago Reis**, Mestre e Doutor em Solos e Nutrição de Plantas/UFV. Professor Adjunto do Departamento de Geografia/CERES-UFRN.

**José Geraldo de Aquino Assis**, Engenheiro Agrônomo/UNEB Mestre em Agronomia/UNESP, Doutor em Agronomia/ESALQ/USP. Professor Titular do Instituto de Biologia/UFBA.

**José Guilherme Prado Martin**, Bacharel em Ciências Biológicas/UNESP, Mestre e Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos/ESALQ/USP. Professor do Departamento de Microbiologia/UFV.

**José Olívio Lopes Vieira Júnior**, Bacharel em Agroecologia/IF Sudeste MG - Campus Rio Pomba, Mestre em Agroecologia/UFV, Doutor em Produção Vegetal/UENF.

**Julian Junio de Jesus Lacerda**, Engenheiro Agrônomo/UESB, Mestre e Doutor em Ciência do Solo/UFLA. Pós-doutor na área de Química e Matéria Orgânica do Solo/UFPI. Professor da Universidade Federal do Piauí.

**Kaliane Sírio Araújo**, Bacharel em Biologia/UFRB, Mestra em Microbiologia Agrícola/UFLA e Doutora em Microbiologia Agrícola/UFV.

**Karen Oliveira Fracalosi**, Nutricionista e Mestranda em Ciência da Nutrição/UFV.

**Leandro de Souza Lopes**, Administrador/FAGOC, Licenciado em Ciências Biológicas/UFV, Mestre e Doutorando em Microbiologia Agrícola/UFV.

**Lídia Barreto da Silva**, Graduada em Licenciatura em Educação Artística, Mestra em Educação do Campo/UFRB. Atua no apoio pedagógico da PROGRAD/UNEB.

**Luan Ritchelle Aparecido dos Anjos**, Zootecnista/UFV, Mestre em Medicina Veterinária/UFV, Membro da Organização Cooperativa em Agroecologia (OCA) e da Rede Nós de Água.

**Luana de Pádua Soares e Figueiredo**, Graduada em Geografia/UEMG, Mestra em Agroecologia e Doutoranda em Solos e Nutrição de Plantas/UFV.

**Luiza Carla Vidigal Castro**, Nutricionista, Mestra em Ciência da Nutrição, Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos/UFV. Professora do Departamento de Nutrição e Saúde/UFV.

**Madelaine Venzon**, Engenheira Agrônoma/UFPEL, Mestra em Fitossanidade/Entomologia/UFLA, PhD em Biologia/Entomologia/University of Amsterdam. Pesquisadora da EPAMIG. Coordenadora do Programa Estadual de Pesquisa em Agroecologia da EPAMIG, Bolsista em Produtividade de Pesquisa do CNPq.

**Maira Christina Marques Fonseca**, Engenheira Agrônoma, Mestra e Doutora em Fitotecnia (Produção Vegetal)/UFV. Pós-doutora pela Universidade do Minho, Portugal. Pesquisadora da EPAMIG.

**Marcelo Leles Romarco de Oliveira**, Doutor em Ciências Sociais. Professor do Departamento de Economia Rural/UFV. Coordenador do Projeto de Assessoria às Comunidades Atingidas por Barragens e Mineração (PACAB).

**Márcio Daniel Siteo**, Engenheiro Agrônomo/UEM, Moçambique. Mestre em Agronomia pela UEL, Doutorando em Agronomia/ULisboa, Portugal. Pesquisador afeto ao LEAF - Linking Landscape, Environment, Agriculture and Food, School of Agriculture - University of Lisbon. Professor do Departamento de Agricultura na Escola Superior de Negócios e Empreendedorismo de Chibuto (ESNEC)/UEM.

**Maria Catarina Megumi Kasuya**, Engenheira Agrônoma, Mestra em Microbiologia Agrícola/UFV e Doutora em Agricultura/Universidade de Hokkaido. Professora Titular e Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Microbiologia Agrícola/UFV.

**Maria José do Amaral e Paiva**, Técnica Agrícola/IFMG Bambuí, Agrônoma/Centro Universitário do Planalto de Araxá, Mestra em Agroecologia/UFV.

**Maria Nascimento Oliveira**, Engenheira Agrônoma/UFRB e Mestranda em Agroecologia/UFV.

**Marisa dos Santos Lisboa**, Bacharel em Ciências Biológicas/UFBA e colaboradora na Farmácia da Terra/UFBA.

**Marliane de Cássia Soares da Silva**, Licenciada e Bacharel em Ciências Biológicas, Mestra e Doutora em Microbiologia Agrícola/UFV.

**Martin Meier**, Engenheiro Florestal, Mestre em Solos e Nutrição de Plantas/UFV.

**Marta Cristina Cruz de Santana**, Bióloga/UFRB, Mestra em Educação e Doutoranda em Educação e Contemporaneidade/UNEB.

**Mayara Loss Franzin**, Engenheira Agrônoma/IFES, Mestra em Ciências Agrárias/UFSJ e Doutoranda em Entomologia/UFV.

**Mirella Lima Binoti**, Nutricionista, Mestra em Biologia Vegetal, Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos/UFV. Professora do Departamento de Nutrição e Saúde/UFV.

**Myriam Raffaella Rabelo Criscuolo**, Engenheira Agrônoma/UFV e Médica/UFRB.

**Naiara Oliveira Figueiredo**, Bacharel em Agroecologia/IF Sudeste MG – Campus Rio Pomba, Mestra em Agroecologia e Doutoranda em Solos e Nutrição de Plantas/UFV.

**Naiara Sperandio**, Nutricionista, Mestra e Doutora em Ciência da Nutrição/UFV. Professora do Departamento de Nutrição/UFRJ, Campus Macaé.

**Natália Sant'Anna de Medeiros**, Bacharel e Licenciada em Ciências Biológicas/UNILESTE e Mestra em Agroecologia/UFV.

**Nircia Isabella Andrade Pereira**, Nutricionista e Mestra em Agroecologia/UFV.

**Patrícia Aparecida de Carvalho**, Bacharel em Agroecologia/IF Sudeste MG – Rio Pomba, Mestra em Produção Vegetal/UENF e Doutoranda em Fitotecnia/UFV.

**Paula Torres Trivellato**, Nutricionista, Mestra em Agroecologia/UFV.

**Paulo Prates Júnior**, Bacharel em Ciências Biológicas/UFBA, Mestre em Agroecologia e Doutor em Microbiologia Agrícola/UFV. Pós-doutor em Microbiologia/UFV.

**Raquel Amorim Campos**, Engenheira Ambiental/UFV. Bolsista e voluntária em projetos de extensão com atuação em Agroecologia, Ex-membra da Rede Nós de Água.

**Raquel Nunes Silva**, Nutricionista, Mestra em Agroecologia/UFV, Doutoranda em Saúde Global e Sustentabilidade/USP.

**Renata Cunha Pereira**, Bacharel em Agroecologia/IF Sudeste MG – Campus Rio Pomba, Mestra em Agroecologia/UFV, Doutora em Produção Vegetal/UENF, Pós-Doutoranda em Entomologia/UENF.

**Rosana D'Ajuda de Souza**, Engenheira Florestal, Pós-graduanda em Meio Ambiente e Agroecologia/IFBaiano.

**Sandro Lucio Silva Moreira**, Bacharel em Agroecologia/IF Sudeste MG – Campus Rio Pomba, Mestre em Agroecologia e Doutor em Agronomia/UFV. Pós-Doutorando do Departamento de Solos/UFV.

**Saulo Rodrigues Leite Penteadó**, Técnico em Refrigeração e Terapeuta Autodidata.

**Sérgio Feliciano Come**, Engenheiro Agrônomo/UEM, Moçambique. Mestrado em Educação em Ciências Agrárias/UEM. Doutorando em Extensão Rural/UFV. Professor na Faculdade de Engenharia Ambiental e dos Recursos Naturais na Universidade Zambeze, Moçambique.

**Silvia Eloiza Priore**, Nutricionista, Mestra e Doutora em Nutrição/UNIFESP/EPM. Professora Titular do Departamento de Nutrição e Saúde e Coordenadora da Pós-graduação em Agroecologia/UFV.

**Sílvia Oliveira Lopes**, Nutricionista, Mestra em Agroecologia e Doutoranda em Ciência da Nutrição/UFV.

**Sophia Sol Garcia Fernandino**, Nutricionista, Mestra em Agroecologia/UFV.

**Steliane Pereira Coelho**, Bacharel em Agroecologia/IF Sudeste MG – Campus Rio Pomba, Mestra em Agroecologia e Doutora em Fitotecnia/UFV. Pesquisadora colaboradora do Departamento de Agronomia/UFV.

**Tatiana Pires Barrella**, Engenheira Agrônoma, Mestra e Doutora em Fitotecnia/UFV. Professora do curso de graduação em Licenciatura em Educação do Campo (LICENA/UFV).

**Tommy Flávio Cardoso Wanick Loureiro de Sousa**, Engenheiro Ambiental/UFV, Mestre em Solos e Nutrição de Plantas/UFV, Professor no curso de Licenciatura e Educação do Campo (LICENA/UFV).

**Vicente Wagner Dias Casali**, Engenheiro Agrônomo/UFRRJ, Mestre em Fitotecnia (Produção Vegetal)/UFV e Doutor em Genética e Melhoramento - Purdue University. Professor voluntário/UFV.

**Wânia dos Santos Neves**, Engenheira Agrônoma, Mestra e Doutora em Fitopatologia/UFV. Pesquisadora da EPAMIG e membro do Programa Estadual de Pesquisa em Agroecologia.

# Sumário

<b>Capítulo 1.</b> Agroecologia e inovação social .....	<b>15</b>
<b>Capítulo 2.</b> Educação popular e movimentos sociais na construção da agroecologia .....	<b>24</b>
<b>Capítulo 3.</b> Participação social para a construção das políticas públicas e sua relação com a agroecologia .....	<b>36</b>
<b>Capítulo 4.</b> Educação Alimentar e Nutricional e Agroecologia: interfaces possíveis rumo à transformação .....	<b>47</b>
<b>Capítulo 5.</b> Parcelamento participativo de assentamentos da reforma agrária: as famílias agricultoras como protagonistas do planejamento territorial .....	<b>63</b>
<b>Capítulo 6.</b> Agricultura Orgânica no Brasil: potencialidades e desafios .....	<b>76</b>
<b>Capítulo 7.</b> Agricultura agroecológica: boas práticas de manejo .....	<b>88</b>
<b>Capítulo 8.</b> O papel da agroecologia e etnobotânica na conservação da (agro)biodiversidade e na segurança alimentar e nutricional .....	<b>110</b>
<b>Capítulo 9.</b> Agricultura como locus da promoção da saúde: um diálogo possível .....	<b>127</b>
<b>Capítulo 10.</b> Transgênicos no Brasil: minando a segurança alimentar e a agricultura sustentável .....	<b>138</b>
<b>Capítulo 11.</b> Alimentação, saúde e agroecologia .....	<b>155</b>
<b>Capítulo 12.</b> Saúde e alimentação saudável no âmbito do uso indiscriminado de agrotóxicos .....	<b>169</b>
<b>Capítulo 13.</b> Funções do solo e sua essencialidade à vida .....	<b>183</b>
<b>Capítulo 14.</b> Evolução do conhecimento e importância da conservação do solo .....	<b>195</b>
<b>Capítulo 15.</b> Plantas Medicinais: tratamentos naturais e práticas de cultivo ....	<b>210</b>
<b>Capítulo 16.</b> A incrível história da Homeopatia na zona da mata mineira e sua aplicação na agropecuária .....	<b>228</b>
<b>Capítulo 17.</b> Homeopatia e Agroecologia: da teoria às práticas agrícolas .....	<b>250</b>
<b>Capítulo 18.</b> Agroecologia e epigenética .....	<b>261</b>
<b>Capítulo 19.</b> Microrganismos eficientes para uma produção sustentável .....	<b>274</b>

# Sumário

<b>Capítulo 20.</b> Microbiologia e agroecologia: parceria para a saúde do corpo, dos ecossistemas e da mente .....	<b>288</b>
<b>Capítulo 21.</b> Manejo agroecológico de pragas .....	<b>305</b>
<b>Capítulo 22.</b> Caracterização da agricultura moçambicana .....	<b>320</b>
<b>Capítulo 23.</b> A Rede Nós de Água e a construção do plantio de água na Zona da Mata de Minas Gerais .....	<b>334</b>
<b>Capítulo 24.</b> Palmeira juçara: histórico e sustentabilidade na mata atlântica ...	<b>346</b>
<b>Capítulo 25.</b> Agroecologia na produção, comercialização e consumo de cogumelos .....	<b>361</b>
<b>Capítulo 26.</b> Agroecologia, culinária e nutrição: saberes e práticas .....	<b>375</b>
<b>Capítulo 27.</b> A agricultura familiar no Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE): experiências, potencialidades e desafios .....	<b>386</b>
<b>Capítulo 28.</b> Educação em Agroecologia: a experiência do curso de Licenciatura em Educação do Campo, da Universidade Federal de Viçosa .....	<b>399</b>
<b>Capítulo 29.</b> Experiência de extensão universitária: o projeto de assessoria junto às comunidades atingidas pela mineração na Zona da Mata Mineira .....	<b>413</b>
<b>Capítulo 30.</b> Inequality and loss of plant resources and traditional knowledge	<b>433</b>

# CAPÍTULO 1

## AGROECOLOGIA E INOVAÇÃO SOCIAL

Allain Wilham Silva de Oliveira

### O debate da inovação

Este artigo teórico visa introduzir um debate que apresenta a necessidade de pensarmos sobre inovação no contexto agroecológico. Logo, este texto buscará definir um conceito de inovação social, seu campo de ação e interpretação, bem como diferenciar a inovação social da inovação técnica, apresentar diferentes concepções de inovação social, e defini-la enquanto instrumento de desenvolvimento territorial, como também a sua utilização para delinear agroecossistemas mais sustentáveis. Pretende-se, portanto, contribuir para colocar a questão: Qual inovação é necessária quando pensamos um mundo melhor para todos?

A Agroecologia é uma ciência que estuda e oferece princípios para uma agricultura de base ecológica, e que se configura na elaboração de estratégias de desenvolvimento rural, em uma perspectiva endógena, com base na ciência e na criação de agroecossistemas mais sustentáveis, o que envolve empoderar os agricultores nas dimensões ecológica, socioeconômica, cultural e política (SEVILLA GUZMÁN, OTTMANN, 2004).

Assim, a dimensão agroecológica da agricultura deve criar uma nova relação, que propicie a redução da pobreza, o manejo ambiental sustentável da produção, a segurança alimentar, a conservação dos recursos naturais, assim como a transformação das comunidades rurais em atores sociais capazes de potencializar seu próprio desenvolvimento (ALTIERI, 2000).

Neste último aspecto da transformação de territórios, que devem ser interligados a uma territorialidade autônoma, aparece como objetivo para se conquistar um novo modelo de desenvolvimento de baixo para cima (SOUZA, 2000), não associado às práticas de mercado que levam à exclusão social e perda ambiental, mas a uma sociedade que conquiste seu território na base da justiça social, da conservação ambiental e da democracia. Estas práticas devem ser livres de ações clientelistas e tutelares do Estado. Dessa forma, é necessário que haja um desenvolvimento territorial crítico, que busca nas comunidades locais a superação de seu atraso por uma ação de empoderamento das atividades locais, voltadas à superação do modelo excludente da agricultura, que historicamente se ocupou da produção sem preocupações ambientais e sociais.

Nesse quadro, é necessária a superação do modelo considerado gerador dessa situação. Uma inversão de lógica na política é implantação de um modelo bottom-up, ou seja, um modelo a partir da realidade ambiental, econômica, social, cultural e institucional de determinado espaço. Pode-se observar que esse modelo

não abandona as características do local, mas a partir delas propõe mudanças, reforçando-as e, ao mesmo tempo, desnaturalizando-as. Ao buscar um elemento capaz de superar o setorial no mesmo movimento, surge uma concepção renovada de território, territorialidade e de desenvolvimento que respeita as contradições, o crescimento, a história, a dialética socioespacial, os sujeitos locais, a atuação da política, a cultura e o meio ambiente (SAQUET, 2008).

Ressalta-se aqui que não se propõe um desenvolvimento baseado em idiosincrasia dos lugares, pois, como se sabe, conforme Lacoste (1997), é necessária, a cada novo momento das nossas relações existenciais, a articulação de novos conjuntos espaciais, que acompanham a evolução tecnológica. Nesse ínterim, nossas práticas diárias são também incorporadas, significando a prática articulada à vida planetária. A partir das análises de Lacoste, entende-se que a perspectiva do desenvolvimento territorial é a da criação da realidade transformadora a partir do empoderamento da população local e não o simples fato de ações clientelistas ou, ainda, na institucionalização de territórios isolados<sup>1</sup>.

Dessa forma, a busca pela inovação social como um processo deve ser conduzida no sentido “transformador” de estruturas. Assim, desenvolvimento é definido como um campo social, e dele derivam diversas buscas por projetos, mas pode-se sustentar que o campo social une todas as visões sobre o desenvolvimento a partir da ideia de melhora de estado ou da qualidade, no qual as relações socioespaciais dos indivíduos, família e comunidade criam possibilidades da ideia da melhora pela inovação social, próprias aos ideais de se relacionar com o planeta e presentes na Agroecologia.

Inovação social são respostas para as necessidades sociais não satisfeitas pelo mercado e pelo Estado. Trata-se de um processo que se desenvolve fora do mercado, a partir de economia social, que busca promover a democracia econômica associada à utilidade social. Visa à inclusão social de parcelas da população e seu empoderamento, sem vínculos a políticas governamentais específicas ou de Estado. Constitui-se, portanto, numa ação oriunda da prática social em determinados espaços e contextos específicos, sendo socialmente aceita como um ato coletivo que busca a superação das necessidades não satisfeitas, e, por assim ser, configurando-se socialmente desejável, por meio de uma territorialização de base local.

Essas visões são formas analíticas e, ao mesmo tempo, normativas, de base comunitária. O conceito de territorialidade deve, portanto, receber atenção especial pela conexão com a Agroecologia, pela sua capacidade de dar respostas a problemas sociais, econômicos, considerando-se, inclusive, a dependência dos movimentos sociais em relação ao governo. Logo, trata-se de um conceito a partir do qual se pode investigar e servir para a ação de projetos agroecológicos.

### **Inovações de uma visão técnica à social**

Tradicionalmente, a inovação vem do apelo tecnológico e econômico, baseado nas concepções de Schumpeter, o grande teórico que coloca a inovação como ponto

---

<sup>1</sup>Como no imaginário lugar dos *Homens Livros*, de Bradury (2007). O autor romanceia sobre uma sociedade na qual os livros foram proibidos e os letrados, excluídos dela, se isolam em um gueto ou em um território “emancipatório”, no qual cada indivíduo decora na íntegra seu livro predileto. Assim, acabam por se tornar os próprios livros, um território/biblioteca humana de extrema alienação ou perspectiva de isolamento, ou de qualquer transformação social, fadados ao fim.

central do modelo econômico. Para esse pensador, o desenvolvimento era a mudança na vida econômica que surgiu no interior da sua própria iniciativa, associada à ideia da inovação.

Das publicações de Schumpeter (1988) surgiu uma série de variáveis ou interpretações. As inovações tidas como tecnológicas atualmente estão em uso, em especial no meio empresarial e mesmo estatal, apesar de ser possível fazer algumas transposições entre a inovação tecnológica e a inovação social. Schumpeter centra-se na relação entre desenvolvimento e inovação. Para ele, a inovação econômica tem caráter altamente tecnológico, mas é fundamental entre outros tipos de inovação. Apesar de pouca ligação com as ideias de uma inovação social, no sentido de avançar nas relações sociais, pode-se perceber um paralelismo entre as ideias desse autor e as ideias de inovação social que ganharam dimensão nos anos 1990 (MOULAERT, NUSSBAUMER, 2005).

Pioneiro a romper com a lógica tecnológica da inovação, Chambon (1982) discutia, em especial, sobre cidadãos que não são clientes ou beneficiários, mas atores efetivos no processo de desenvolvimento. Para este estudioso, o Estado pode bloquear o desenvolvimento, ou mesmo alguns líderes sociais, impedindo a participação da sociedade nos processos decisórios.

No entanto, a inovação social pode ocorrer em diferentes comunidades, escalas espaciais, por meio de engajamento, conscientização e aprendizagem social, pois o conceber e executar a noção de inovação social, associados à comunidade, a diferenciou da iniciativa social, individual, voluntária e ausente ao processo de territorialização. Assim, inovação social é solução comunitária de problemas, não necessariamente de nova situação, estado ou circunstância em determinado momento de um produto ou processo, mas pode ser ressignificação de práticas sociais enraizadas e mesmo abandonadas pela comunidade.

Desta forma, o interesse comunitário, a cooperação, a distribuição e solução de problemas comuns estão no aspecto essencial da inovação social e não na guerra dos lugares e da inovação tecnológica e econômica, que muitas vezes visa à integração territorial ao processo maior, da técnica e econômico (SANTOS, 1996). As diferenças ou rupturas entre estes dois paradigmas serão apresentadas no Quadro 1.

**Quadro 1.** As diferenças entre inovação tecnológica e inovação social.

<b>Tipo</b>	<b>Inovação Tecnológica</b>	<b>Inovação Social</b>
<b>Ontologia</b>	Econômica	Comunitário
<b>Resultado</b>	Lucro Predominância dos elementos tangíveis	Solução social Predominância dos elementos intangíveis
<b>Valor</b>	Apropriação de valor	Socialização de um valor
<b>Estratégias</b>	Vantagens competitivas Processos descendentes	Cooperação social Processos ascendentes
<b>Território</b>	Empresa	Comunidade
<b>Processo</b>	Geração e condução ( <i>stage – gate</i> ) ( <i>Fuzzy front</i> )	Participação social
<b>Difusão</b>	Mecanismo proteção intelectual Mercado	Apropriação social
<b>Liderança</b>	Empreendedor	Cooperador-Transformador

A inovação social surge como uma das formas viáveis e alternativas, além da técnica (utópica) para o futuro da humanidade; um conhecimento aplicado às necessidades sociais por meio de participação, gerando sinergias duradouras para grupos e comunidades articuladas a um todo espacial. Constitui-se uma ruptura e, ao mesmo tempo, uma continuação possível do espaço-tempo na busca por uma democracia plena, e não voluntarismo ou iniciativas sociais, ou soluções de mercado. Ou seja, são ações próprias para a criação de agroecossistema, ou mesmo a transformação de territórios tradicionais para aqueles que tenham um viés agroecológico.

### **Diferentes concepções de inovação social**

A inovação social apresenta diferentes visões e práticas. Uma possibilidade muito usual observada na literatura sobre o tema é a questão associada às artes e criatividade. Mumford (2002) apresenta um ponto de vista singular do conceito a partir da análise histórica de vida de pessoas notáveis, em especial Benjamin Franklin. Este se utilizou de estratégias e táticas para gerar e programar inovações sociais na região da Filadélfia de sua época, o que contextualmente gerou estratégias de implementação de baixo custo apropriadas e levou-o a construir o apoio necessário para projetos de demonstração destinados a diversos problemas enfrentados pela comunidade. Assim, são discutidas as implicações dessas estratégias e táticas para a inovação nas organizações modernas, mas com um caráter individual, pois é a partir de concepção e ação de notáveis que se solucionam problemas comunitários.

Alguns conceitos, em especial ligados à esfera empresarial e Estados, buscam na inovação social a superação da crise do Estado e bem-estar social, como o Presidente da União Europeia, José Manuel Durão Barroso. Para ele, a função da inovação social seria a superação da atual crise, com empregos seguros e aumento da competitividade (OCDE, 2010). A OCDE assim define inovação social:

A inovação social busca novas respostas para os problemas sociais por: identificar e entregar novos serviços que melhoram a qualidade de vida dos indivíduos e das comunidades; identificação e implementação de novos processos de integração no mercado de trabalho, novas competências, novos empregos e novas formas de participação, como diversos elementos que cada um contribuir para melhorar a posição dos indivíduos no mercado de trabalho (OCDE, 2010, p. 196).

Este é, como se pode depreender, um conceito com a ideia da competitividade e superação do desemprego, referência ao trabalho e à integração, e não de novas possibilidades de inserção na solução das necessidades que não seja o mercado. A partir desse conceito, a superação dos problemas sociais pode ser entendida como uma iniciativa social ou de privatização e não uma inovação social, pois a sociedade não é a originária e participante de um processo, mas submetida a ações localizadas, ou seja, a uma questão de escala de atuação. A inovação social deve ser concebida como um processo que resulte em uma verdadeira participação, manifestando-se de baixo para cima e dando ao processo um sentido amplo da sustentação.

Os autores Hillier (2004) e Moulaert (2008) definem dois domínios nos quais essa noção é mobilizada para os negócios: na organização empresarial e na finalidade da empresa. Apesar de fazerem uma crítica a esse modelo, pois a inovação social muitas

vezes aparece como uma dimensão corretiva do sistema, pontuam uma nova roupagem para o conceito, agora social.

Outra visão sobre o tema ciência, política e administração pública analisa os aspectos negativos do caráter hierárquico de sistemas de decisão política. Sobre esses aspectos podem-se citar, como exemplos, os aspectos positivos sobre políticas sociais, com participação da sociedade, como conselhos ou mesmo orçamentos participativos de diversas cidades no Brasil após o processo de democratização e a Constituição de 1988 (VAILLANCOURT, 2011). Dessa forma, tal quadro constitui uma nova política pública, em especial a social, que tem algumas características em comum com a visão empresarial – estritamente a ação centrada nos resultados e gestão de escassos recursos –, mas com determinados avanços de participação.

No Brasil encontramos um conjunto de ideias que faz referência ao conceito de inovação social, cujo entendimento centra-se, sobretudo, na tecnologia social aplicada por organizações vinculadas ao empresariado, como a fundação Banco do Brasil ou as iniciativas da sociedade civil, como o caso do instituto de tecnologia social (ITS), com definição enquanto “práticas de intervenção social que se destaquem pelo êxito na melhoria das condições de vida da população, construindo soluções participativas, estreitamente ligadas às realidades locais em que forem aplicadas” (HORTA, 2006, *online*, [s.p.]). Apesar de se admitir que a tecnologia social é uma novidade de técnicas e metodologias transformadoras importantes em um processo de desenvolvimento, e legítima na afirmação da sociedade, este entendimento de inovação social acrescenta a busca a territorialidade e o território. Assim, o empoderamento social representa uma possibilidade de avanço da autogestão das comunidades.

No sentido da sustentação das mudanças sociais, pode-se observar que o tema inovação, na atualidade, parece ser utilizado de diversas maneiras, com diversos significados nas ciências, buscando a superação dos desafios da construção de uma sociedade cidadã e além do mercado – um mundo possível a ser construído para uma economia cujos empreendimentos representem: utilidade social, comprometimento com a coletividade, autonomia de gestão, controle democrático, primazia das pessoas e distribuição de excedentes.

Na Agroecologia, que busca o empoderamento das comunidades agrícolas, a invocação social deve abranger as tecnologias sociais, e não exemplos gloriosos ou ações do Estado e do mercado. A Agroecologia não resume apenas a técnica agroecológica, pois possui um aspecto mais amplo de mudanças: novas relações socioambientais.

Na perspectiva agroecológica da inovação social consubstanciam-se as iniciativas tomadas de baixo para cima, como a dinâmica de reestruturação econômica socialmente orientada, com ação coletiva, tentando resolver uma variada gama de problemas e necessidades por meio da ação coordenada. Entretanto, não se pode atender às necessidades de desenvolvimento ou mudança vendo-as apenas como uma lógica de alocação de recursos, mas focada nas transformações das relações socioambientais, no desenvolvimento territorial crítico.

Este horizonte deve ser mais centrado no processo e não apenas nos resultados, com um objetivo social cujo “prólogo”, assim como o “epílogo”, deve ser a sociedade. Este poderia ser o fundamento do recurso interposto por “atores sociais”, e que levaria, portanto, a novas relações de poder. O desejo de transformação afeta as relações sociais de produção, consumo, distribuição, gênero, ambiental ou o todo agroecológico,

superando assim, visões de adaptações a novas realidades exigidas pelo mercado, mas de possíveis transformações socioespaciais.

Para Fontam (2008; 2010), a inovação social seria a institucionalização de uma novidade, sendo que esse processo se desenvolve em três tempos precisos e articulados. Primeiro, o espaço da criação, invenção, descoberta ou ressurgimento, que pode ser conhecimento, forma de ação social ou de relações de poder. Posteriormente, a adoção dessa novidade e sua integração ao uso social, e finalmente, a territorialização, que será marcada por sua institucionalização, podendo significar um modelo territorial de desenvolvimento que passa a interferir na forma de produção e reprodução social. São três períodos distintos, nos quais um conjunto complexo e diversificado de mecanismos de seleção/disputas de uma novidade é efetivado por características econômicas, culturais, ambientais e políticas, transformando o espaço e, ao mesmo tempo, demarcando a inovação de base social e territorial.

A partir dessa dada perspectiva, a inovação social não seria algo criado a partir do nada, mas sim a partir de subsequentes "novidades" nas relações sociais, no espaço território, de modo com que rompa suas inércias espaciais - nesse caso, a criação de agroecossistemas, ou seja, uma relação cuja concepção ideal produz relações sócio territoriais.

As ações que exibem um caráter individual sem a sua institucionalização podem ser classificadas como novidade, pois, segundo Comeau (2004), a inovação social "confronta o estabelecido, ou seja, ela derrota o habitual, ela ultrapassa a rotina e desafia as restrições"; é, portanto, uma proposta desafiadora para os tempos atuais de mercado pleno. Logo, pode-se defini-la como um paradigma que ultrapassa o tecnológico e o econômico, e tem seu uso a partir da década de 1990, na busca por um desenvolvimento territorial crítico emancipatório (MOULAERT, 2005).

Pela definição de André (2006), crê-se que esse modelo territorialmente constituído seja capaz de ser articulado por ações locais suficientes para romper com o não desenvolvimento, e que uma concepção de inovação social seja capaz de produzir o desenvolvimento: uma resposta nova e socialmente reconhecida, que visa e gera mudança social, ligando simultaneamente três atributos satisfação de necessidades humanas não satisfeitas pela via do mercado; promoção da inclusão social; capacitação de agentes ou autores sujeitos, potencial ou efetivamente, a processos de exclusão/marginalização social, desencadeando, por essa via, uma mudança mais ou menos intensa das relações de poder.

A participação do Estado não deve se limitar a ser o ordenador e planificador, bem como um investidor na área social, ou de um transferidor de ações a outros níveis de organização de mercado (VAILLANCOURT, 2010). Mas um fundamental parceiro das sociedades para formulação de novas formas econômicas solidárias. Logo, o que se deseja não é a ausência de sua ação, como pressupõe os neoliberais ou ultraliberais.

Todavia, se na constituição do atual sistema, cuja construção do pensamento utiliza dados ou elementos para fins conceituais da construção do mercado é que foram produzidas as desigualdades com as quais se convive até hoje, é legítimo buscar a resposta para tais desigualdades fora da economia formal, mas com um entendimento de que na complexidade espaço-tempo em que se vive tais indagações estão engendradas em todas as esferas da vida social, e que o mercado não se resume apenas a aspectos econômicos, mas também em atividades que se pode dizer não mercantis.

As ideias de Polanyi (1944) são um passo para se pensar em economia como substantiva, baseando-se não na escassez, mas na manutenção da vida, na qual as relações de produção, em seu sentido mais amplo, são regidas por formas institucionais e socialmente complexas, o que permite uma perspectiva paradigmática para se pensar em inovação. As atividades não mercantis são, para Polanyi (2000), a condição para o próprio sistema existir, pois na economia de mercado nem todos os elementos que a compõem são de origem mercadológica, como a terra, o trabalho e o dinheiro, por serem condição para o funcionamento dela. Estes são transformados em mercadorias pela sociedade industrial.

Temos então que as mudanças do processo de globalização impõem repensar um novo modelo de desenvolvimento que explique a nova visão do mundo, o novo sistema de produção e o modo de regulação da nova divisão territorial do trabalho no mundo, do novo sistema de serviço público e das igualmente novas relações entre mundial-nacional-local (LÉVESQUE, 1999). Portanto, pensar no desenvolvimento agroecológico como um instrumento inovador de intervenção socioespacial no mundo é uma necessidade urgente.

## Conclusão

A criação de agroecossistema não deve ser vista apenas como um fator setorial ou agrícola, pois resumiria em definir as transformações rurais baseadas unicamente na técnica, em inovação técnica. A necessidade agroecológica deve, para além disso, ser o empoderamento das comunidades em diversas dimensões: ecológica, socioeconômica, cultural e política, cuja inovação social e seus aspectos são uma necessidade real.

Nessa seara, não podemos entender a inovação social como mudanças introduzidas visando à disputa de um mercado, pois esta tem uma função apenas de submeter a produção advinda da Agroecologia à colocação mais rendável no mercado. A inovação social deve, sim, criar novas relações socioambientais nas comunidades.

As ideias aqui representadas visam criar um arcabouço de pensamento que busca auxiliar a formulação de políticas e ações agroecológicas que, originadas de novidades, no meio da comunidade e com apoio do Estado, devem ser institucionalizadas para realizarem um ciclo de invocação, intrínseco das comunidades, e não uma ação clientelista ou de apropriação políticas, mas de real liberdade frente ao aparelho estatal e ao mercado.

Assim, produzimos aqui algumas reflexões teóricas sobre inovação e movimento social. Não nos cabe adequar inovação do mercado aos nossos projetos de Agroecologia, ou refutar quaisquer conceitos de inovação, mas sim adequar a inovação à perspectiva de outro mundo possível, o agroecológico.

## Referências

ALTIERI, M. A. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.

ANDRÉ, I.; ABREU, A. Dimensões e espaços da inovação social. **Finisterra**, v. 41, n. 81, p. 121-141, 2006.

CHAMBON, J. L.; DAVID, A.; DEVEVEY, J. M. **Les innovations sociales**. Paris: Presses Universitaires de France, 1982.

COMEAU, Y. Les contributions des sociologies de l'innovation à l'étude du changement social. Actes du Colloque Innovations Sociales et Transformations des Conditions de Vie. Montreal: **Cahiers du Crises**, n. 29-41, 2004.

FONTAN, J. M.; KLEIN, J. L.; TREMBLAY, D. G. Social innovation at the territorial level: from path-dependency to path-building. *In*: DREWE, P.; KLEIN J. L.; HULSBERGEN, E. (Dir.). **The challenge of social innovation in urban revitalization**. Amsterdam: Techne Press, 2008. p. 17-27.

FONTAN, J. M.; KLEIN, J. L.; TREMBLAY, D. G. Des districts industriels au développement par l'initiative locale. *In*: CARY, P.; JOYAL, A. (Dir.). **Penser les Territoires**: en Hommage à Georges Benko. Quebec: Presses de l'Université du Québec, 2010. p. 156-171.

HILLIER, J. *et al.* Trois essais sur le rôle de l'innovation sociale dans le développement territorial. **Géographie Économie Société**, v. 6, p. 129-152, 2004.

HORTA, C. R. Tecnologia social: um conceito em construção. **UFMG Diversa**, Belo Horizonte, v. 10, p. 1-2, 2006.

LACOSTE, Y. **A geografia** – isso serve, em primeiro lugar, para fazer a guerra. 4. ed. Campinas: Papirus, 1997.

LÉVESQUE, B. **Cahier du crises**. Le développement local et l'économie sociale: deux éléments devenus incontournables du nouvel environnement. Montreal: Crises, n. 9905, 1999.

MOULAERT, F.; NUSSBAUMER, J. **La logique sociale du développement territorial**. Québec: Presse De L'Université Du Québec, 2008.

MOULAERT, F.; NUSSBAUMER, J. La región social. Más allá de la dinámica territorial de la economía del aprendizaje. **Ekonomiaz, Revista Vasca de Economía**, v. 58, p. 96-127, 2005.

MUMFORD, M. D. Social innovation: ten cases from Benjamin Franklin. **Creativity Research Journal**, v. 14, n. 2, p. 253-266, 2002.

POLANIY, K. **A grande transformação**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2000.

POLANIY, K. A nossa obsoleta mentalidade mercantil. **Revista Trimestral de História, Policy, Entrepreneurship & Regional Development**, v. 7, p. 157-165, 1944.

SANTOS, M. O retorno do território. *In*: SANTOS, M. *et al.* (Org.). 3. ed. **Território**: globalização e fragmentação. São Paulo: HUCITEC, p. 15-20, 1996.

SAQUET, M. A abordagem territorial: considerações sobre a dialética do pensamento e do território. *In*: HEIDRICH, A. *et al.* (Org.). **A emergência da multiterritorialidade**. Porto Alegre: Ed. ULBRA, 2008. p. 47-60.

SCHUMPETER, J. **Teoria do desenvolvimento econômico**: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e ciclo econômico. 3. ed. São Paulo: Nova Cultural, 1988.

SEVILLA GUZMÁN, E.; OTTMANN, G. Las dimensiones de la Agroecología. *In*: Instituto de sociología y estudios campesinos. **Manual de olivicultura ecológica**. Córdoba: Universidad de Córdoba, 2004. p. 11-26.

SOUZA, C. O Território: Sobre Espaço e Poder, Autonomia e Desenvolvimento. *In*: CASTRO, I. E.; CORRÊA, R. L. (Org). **Geografia – Conceitos e Temas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000. p. 77-116.

VAILLANCOURT, Y. La coconstruction des politiques publiques, l'apporte de l'économie sociale. *In*: **L'économie sociale vecteur d'innovation**: l'expérience du Québec. Direction Bouchard, 2010. p. 115-144.

VAILLANCOURT, Y. Third sector and the co-construction of canadian public policy. *In*: PESTOFF, V. *et al.* (Ed.). **New public governance, the third sector and co-production**. New York & London: Routledge, 2011. p. 79-100.

# CAPÍTULO 2

## EDUCAÇÃO POPULAR E MOVIMENTOS SOCIAIS NA CONSTRUÇÃO DA AGROECOLOGIA

Marta Cristina Cruz de Santana, Maria Nascimento Oliveira, Rosana D'Ajuda de Souza, Lídia Barreto da Silva e Gilsélia Macedo Cardoso Freitas

### Introdução

Neste capítulo buscaremos tecer algumas reflexões sobre os vínculos históricos e políticos entre a Agroecologia e a Educação Popular, tomando como referência a forma como ambas vêm sendo praticadas pelos movimentos sociais populares como instrumentos na luta pela terra, pela educação e pela soberania alimentar.

O intuito é contribuir para o debate sobre a relação entre estes dois campos do conhecimento, com o objetivo de evidenciar como a construção da Agroecologia (no processo chamado de *transição* agroecológica) exige o diálogo entre diferentes saberes e viveres, bem como um método de trabalho educativo com os povos oprimidos que possibilite novas práticas e posturas perante as relações sociais de produção no campo, que hoje são dominadas pelo imperativo do Agronegócio, embora exista resistência dos camponeses e povos tradicionais por seus modos de vida, nos saberes que cultivam, nas práticas que ainda realizam e nas lutas que travam pela terra e pelo território.

Educação Popular e Agroecologia serão entendidos aqui em seus aspectos político-pedagógicos. Ambas aparecem na história dos movimentos sociais populares como instrumentos de luta dos povos oprimidos, sendo que o primeiro significa trabalho educativo em que a centralidade é a tomada de consciência social a respeito de como funciona a sociedade capitalista para a necessária transformação deste sistema; o segundo aparece como o modo pelo qual os camponeses e trabalhadores buscam construir novas relações e práticas sociais, alternativas àquelas impostas pela hegemonia do agronegócio no campo. Sendo assim, os dois instrumentos juntos, em nossa perspectiva, potencializam a ação transformadora na realidade camponesa e tem constituído como nos mostram as experiências em curso no campo brasileiro, espaços de esperança para o povo camponês, e de certa forma para todo o povo brasileiro.

Falamos em esperança, no sentido Freireano (FREIRE, 1992), não como o ato de esperar por algo, mas como verbo esperar que é "se levantar, construir e não desistir", ou seja, os espaços de esperança têm a ver com a capacidade dos camponeses e trabalhadores de se organizarem e colocarem em prática experiências de *transição* agroecológica (mesmo com um cenário de paralisação da Reforma Agrária como política de Estado em nosso país). Busca-se a consolidação da Agroecologia, tendo em vista que esta última é um processo longo de transfor-

mação das bases que estruturam as relações sociais de produção no campo, incompatível com as necessidades imediatas da lógica de consumo capitalista. Assim é necessário falar em *transição*, ou seja, processo pelo qual se vai deixando as “velhas” práticas da agricultura convencional (capitalista), e adotam-se novas posturas na relação da agricultura com a natureza, e com a humanidade, rumo a outro modelo de integração entre humanidade-natureza.

Destacamos a relevância deste debate pela emergência em aprofundar estudos sobre a Educação Popular e a sua capacidade de incidir em processos de formação humana e tomada de consciência dos camponeses e trabalhadores possibilitando intervenções concretas na realidade. Neste sentido, discutiremos a atualidade da Educação Popular como método de trabalho com o povo e a Agroecologia como conteúdo substancial dessa práxis, que resgata no camponês sua autonomia e consciência social, portanto é em si uma proposta transformadora, diametralmente oposta ao Agronegócio.

Partimos do pressuposto de que a consolidação da Agroecologia requer, não somente uma compreensão técnica das práticas agroecológicas em si, mas que necessita de um tipo de educação que questione o modelo atual de produção no campo – o agronegócio – e, possibilite novas relações sociais capazes de construir experiências concretas de fortalecimento da Agroecologia e alternativas para além do capital, ou seja, alternativas de produção e consumo que não tenha o lucro como objetivo principal, mas sim a produção de alimentos saudáveis, o consumo conforme as necessidades. Um bom exemplo destas alternativas são as chamadas Feiras da Reforma Agrária, onde os agricultores de diversas regiões comercializam seus produtos agroecológicos com um preço acessível e ainda oportuniza um espaço de debate e formação sobre a questão agrária brasileira.

Entendemos que o momento atual da conjuntura brasileira requer a retomada da Educação Popular como o tipo de educação comprometida com a tomada de consciência social e que contribua com a transformação da realidade dos povos oprimidos (FREIRE, 1987).

Assim, faz-se necessário um esforço dos educadores e educadoras populares, envolvidos com a Agroecologia, de atualizar o pensamento e a ação da Educação Popular frente aos desafios que os oprimidos enfrentam, daí a importância de vincular as práticas de Educação Popular com o fortalecimento da Agroecologia, de maneira que a tomada de consciência social permita que trabalhadores e camponeses potencialize as ações de intervenção na sua realidade, com o objetivo de mobilizar e organizar a luta pela transição agroecológica em seus territórios. Ou seja, o conteúdo e a forma da Educação Popular, neste caso, coincidem com os princípios e práticas da Agroecologia.

Desse modo, organizamos este capítulo em três partes: na primeira apresentamos algumas reflexões acerca dos vínculos históricos e políticos entre Educação Popular e Agroecologia. Na segunda parte abordamos a perspectiva político-pedagógica que envolve a relação entre a Educação Popular e a Agroecologia, destacando o diálogo necessário entre cientistas e camponeses com vistas à consolidação de experiências transformadoras e a vinculação da Agroecologia a um projeto histórico comprometido com as classes populares oprimidas, capaz de romper com o sistema sociometabólico do capital, como bem define Mézaros (2005) que o capital não é apenas uma entidade material, mas uma forma metabólica de controle

social que atua “desde as menores unidades do seu microcosmo até as mais gigantescas empresas transnacionais, desde as mais íntimas relações pessoais até aos mais complexos processos de tomada de decisões dos vastos monopólios industriais” atuando em todas as esferas da vida, “sempre em favor dos fortes contra os fracos”.

Nas considerações finais destacamos alguns desafios e perspectivas que estão colocados para a consolidação da Agroecologia como uma prática social que possibilite transformações no modo de organizar o trabalho, a produção e o consumo; e apontamos a Educação Popular como instrumento potencializador para organizar e mobilizar processos efetivos de transformação social.

### **Vínculos históricos e políticos entre educação popular e Agroecologia**

No seio das lutas populares, empreendidas pelos movimentos sociais do campo, a “Educação Popular” e a “Agroecologia”, esta última de maneira mais recente, aparecem como ferramentas fundamentais para construção de um modelo de sociedade em que humanidade e natureza convivam de maneira integrada, numa relação em que o futuro das gerações seguintes e a vida humana sejam mais importantes que o lucro exacerbado, que alimenta a acumulação de riqueza dos capitalistas e transforma a tudo e a todos em mercadoria.

A Educação Popular, como processo de formação dos trabalhadores para a tomada de consciência de classe, encontrou eco, sobretudo nas décadas de 1960-1980 nas chamadas “organizações de base”, fortalecidas pelas experiências de diversos setores sociais como a Igreja (influenciada pela chamada Teologia da Libertação), Partidos (com as escolas de formação política), Sindicatos e Movimentos Sociais (com as escolas de formação de base) dentre outras.

Ao longo da história, a Educação Popular acompanhou o “ritmo” das organizações populares que a originou e de certa maneira, foi ganhando novas formas e conteúdo de acordo com as demandas e o curso das lutas sociais.

A Educação Popular tem sua origem mais ampla vinculada aos Movimentos Sociais populares de resistência dos povos na América Latina, acumulando teoricamente uma concepção de educação comprometida com os oprimidos (PALUDO, 2008). Assim, tem como base a própria Pedagogia do Oprimido de Paulo Freire (FREIRE, 1987), a Teologia da Libertação, as elaborações do Sindicalismo, dos Centros de Educação e Promoção Popular, a Pedagogia Socialista, e as reflexões das diversas experiências de organização de base ocorridas no continente latino-americano, as experiências socialistas do Leste Europeu e as experiências de Libertação Nacional dos países africanos.

Essa concepção educativa nasceu em um contexto de ascensão das lutas reivindicatórias e contestatórias do sistema capitalista vigente em diversos países da América Latina. Salvo as características particulares de cada país, as práticas de Educação Popular se aproximam historicamente pelo seu vínculo com trabalhadores organizados em movimentos sociais diversos, organizações autônomas (coletivos políticos, etc), partidos políticos, sindicatos, dentre outros tipos de organizações políticas (PALUDO, 2012).

Desse modo, nasceu vinculada a classe trabalhadora, o que permite-nos afirmar o seu caráter *classista*, associada ao polo do trabalho e não do capital, portanto,

comprometida com os interesses e as aspirações dos povos oprimidos e explorados no sistema capitalista.

No Brasil, a Educação Popular nasceu como experiência de trabalho com o povo, a partir da própria organização política. É fruto da necessidade de trabalhadores/as de forjarem uma concepção de educação que estivesse vinculada aos interesses desta classe, que permitisse aos povos oprimidos a tomada de consciência social e provocasse no povo o desejo pela transformação. Esse trabalho com os povos oprimidos possibilitou a mobilização e organização de diversos setores da classe trabalhadora e camponesa, que promoveram intervenções nas suas realidades e entraram na cena política como sujeitos comprometidos com um projeto de sociedade dos trabalhadores.

Foram nos organismos e ferramentas políticas (como sindicatos, partidos, coletivos políticos autônomos, movimentos sociais do campo e urbanos) construídas pela classe trabalhadora de nosso país que se forjaram as primeiras concepções de uma Educação Popular, a partir das práticas de formação, das lutas e resistências. Em que pesem a diversidade de sujeitos que estão inclusos nesta formulação, dada a natureza das organizações populares serem igualmente diversas – devido as diferentes realidades imediatas em que estão inseridas – a Educação Popular está estreitamente articulada ao movimento político dos povos oprimidos.

Obviamente esse processo não se deu sem contradições, ou seja, sem incorporar no seu movimento histórico contradições, que dificultaram a formulação do conceito de Educação Popular e da sua afirmação enquanto ferramenta construída pela classe trabalhadora, sendo, portanto, hoje um conceito em disputa, que por ora pode não significar enquanto prática uma *ação cultural para a liberdade*. Muito embora seja necessário salientar que as práticas de Educação Popular foram, originariamente, se materializando como ação política transformadora, em que a realidade material a que estavam submetidos trabalhadores e patrões era o objeto imediato de problematização, e a transformação desta realidade a intencionalidade fundamental de todo o processo pedagógico pautado na prática da Educação Popular.

Quando falamos da relação entre Educação Popular e Agroecologia, partimos desta concepção de educação como ação política transformadora, pois só assim faz sentido vincular Educação à Agroecologia.

Na história dos movimentos sociais de luta pela terra, em especial do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST), observamos que a Agroecologia aparece como preocupação devido ao esgotamento das formas convencionais de agricultura que apresentavam danos ambientais e socioculturais, cenário que foi se aprofundando com a expansão do agronegócio nos anos 2000. Conforme afirmam Bogo e Bogo (2019) em consulta aos documentos síntese do MST, a preocupação era:

romper com a monocultura e promover uma agricultura diversificada, sustentável em bases agroecológicas, sem agrotóxicos, gerando alimentos saudáveis..." (2006, p. 26). A isso se soma também as orientações para o "novo modelo tecnológico" que se volta para "desenvolver programas massivos de formação em Agroecologia, em todos os níveis, desde o ensino fundamental até a universidade, para atender a juventude do campo..." (2006, p. 28 *apud* Bogo e Bogo, 2019, p. 13).

O cenário descrito pelos autores representa uma parte da análise do movimento sobre as mudanças em curso no campo brasileiro, bem como do entendimento de que a consolidação do agronegócio como forma de expansão do capitalismo no campo inaugurou o uso de tecnologias mais agressivas ao ambiente, como o uso cada vez mais exacerbado de agrotóxicos e a introdução dos transgênicos. No primeiro momento através do pacote tecnológico da Revolução Verde disseminado para as populações camponesas, e mais recente através da indústria cultural do Agronegócio que garante a sua hegemonia consolidando um projeto insustentável para o campo brasileiro.

Contudo, antes disso, a Via Campesina, articulação internacional de movimentos camponeses, passou a definir uma pauta de luta contra os agrotóxicos e pela defesa da Agroecologia (BOGO, BOGO, 2019), o que possibilitou o intenso debate e elevou o nível de consciência coletiva das organizações e movimentos sociais do campo, ao mesmo tempo em que possibilitou a troca de experiências entre práticas agroecológicas consistentes e organizadas pelos camponeses de diferentes partes do mundo.

Hoje no Brasil, diversos movimentos sociais assumem a Agroecologia como bandeira de luta e como prática social que contrapõe o projeto de eliminação dos povos do campo, das águas e das florestas empreendido pelo Agronegócio, pelo Hidronegócio e Mineronegócio - ou seja, pelas formas como o capital tem tornado os bens naturais propriedade privada dos capitalistas, e os transformados em mercadoria.

Para o Movimento de Pequenos Agricultores (MPA), a Agroecologia de base camponesa, é definida como “um conceito que busca expressar a exigência operacional do desenvolvimento de sucessivos elos para se atingir a Soberania Alimentar” (MPA, 2019). Dessa maneira defende um processo de transição agroecológica que supere o “modelo degenerativo imposto pelo agronegócio e o pacote da revolução verde, imposto duramente pelas grandes empresas e o Estado as famílias no campo”, sendo esta uma “necessidade para retomar o equilíbrio ambiental, e garantir de fato alimentos com qualidade para o povo” (MPA, 2019).

Outros movimentos sociais – como o de Pescadores e Pescadoras (MPP), o de Atingidos pela Mineração (MAM), o de Acampados, Assentados e Quilombolas (CETA), o de Indígenas (MUPOIBA), o Movimento Sem Teto da Bahia (MSTB), o Movimento de Luta pela Terra (MLT), o Movimento de Mulheres Camponesas (MMC) dentre outras organizações e articulações como a Teia dos Povos da Bahia, (observando a organização popular na Bahia) – também assumem a Agroecologia como a maneira pela qual os povos podem construir alternativas concretas para defender e viver em seus territórios, protegendo as águas, as matas, as florestas, o solo, as sementes, os bens naturais e toda (agro)biodiversidade como bem comum aos povos e fundamentais a sobrevivência da humanidade.

É a partir deste entendimento que a Agroecologia se constitui como uma antítese do Agronegócio visto que o capital transforma os bens naturais em propriedade privada que gera lucros aos capitalistas, objetivo oposto ao que sustenta as práticas agroecológicas.

Estes movimentos sociais ao assumirem a Agroecologia em seus projetos de sociedade, apresentam em comum o entendimento de que a sua consolidação em seus territórios depende da capacidade dos povos organizados vincularem as alternativas concretas de organização do trabalho e da produção com um projeto histórico de classe dos povos oprimidos que dê conta de superar o modo de produção capitalista.

Assim, a perspectiva da *transição agroecológica* aparece como fundamental no processo de consolidação da Agroecologia e a Educação Popular assume um papel importante. Isto porque torna possível junto com trabalhadores/as e camponeses/as questionar o modelo hegemônico do agronegócio e construir alternativas conscientes a este modelo.

O processo de transição agroecológica, além do aspecto técnico, é fundamentalmente pedagógico, uma vez que possibilita novas posturas e práticas dos camponeses e trabalhadores perante a forma que se relacionam com o trabalho no campo. Isto quer dizer que é necessário o trabalho de formação da consciência junto com a construção de novas práticas. A experiência de Cuba, no processo de consolidação da Agroecologia, nos ensina como o chamado “Método Camponês a Camponês” e o trabalho pedagógico foi fundamental para a construção de novas relações sociais de produção neste país<sup>1</sup>.

Devemos lembrar, como foi o processo de disseminação do pacote tecnológico da Revolução Verde no Brasil, que contou, sobretudo, com o apoio pedagógico de instituições que formou assistentes técnicos de extensão rural, agrônomos, zootecnistas, engenheiros florestais, veterinários, dentre outros profissionais – para o trabalho de disseminação das técnicas convencionais entre os camponeses<sup>2</sup>.

Ao contrário desta função assumida pela *educação bancária* (FREIRE, 1987), a Educação Popular vincula-se a Agroecologia como forma de trabalho pedagógico com os povos oprimidos do campo, das matas, das florestas e das cidades. Este trabalho permite compreender o modo como funciona o capitalismo, sua expressão no campo por meio do Agronegócio e suas contradições. Além disso, possibilita a tomada de consciência da necessidade dos povos oprimidos se organizarem e intervirem na realidade em uma perspectiva transformadora.

A Educação Popular vinculada a Agroecologia junta num diálogo necessário e permanente cientistas, camponeses, indígenas, quilombolas e trabalhadores em sua construção; mobiliza no trabalho com os povos oprimidos ações concretas, que com conteúdo agroecológico, podem transformar-se em alternativas agroecológicas comprometidas com a manutenção da vida, com a defesa e autonomia de seus territórios.

### **Alguns aspectos político-pedagógicos entre Educação Popular, Agroecologia e Movimentos Sociais**

O cenário político do país, agravado pela crise sociometabólica do capital em nível internacional, conforme nos afirma Mészáros (2005), produz tamanha tecnologia, entretanto, eleva cada vez mais a quantidade daqueles que beiram a condição de extrema pobreza. Ou seja, o sistema reproduz cada vez mais desigualdade, o número crescente de desempregados, elevadas taxas de concentração de renda, a piora das

---

<sup>1</sup> A obra “Revolução Agroecológica” demonstra como foi fundamental a elaboração do método de trabalho com o povo, conhecido como “MACAC” (Método camponês a camponês), cujo fundamento era promover o intercâmbio de experiências e a formação entre os próprios camponeses.

<sup>2</sup> A obra de Paulo Freire “Extensão ou Comunicação” nos ajuda a compreender este fato. O texto de Bogo também elucida como diversas instituições do período da Revolução Verde cumpriram o papel pedagógico de disseminar o pacote tecnológico da modernização conservadora.

condições de vida, dentre outras dificuldades para os setores oprimidos da sociedade, que são a maioria da população em todo o mundo.

Nesse cenário, a Educação Popular é uma prática político-pedagógica que desperta as massas populares a respeito da condição de oprimidas e a que estão submetidas, que por meio de seus métodos de análise da realidade desnudam o funcionamento da sociedade capitalista, utilizando-se para isso de uma "*lente de aumento*" que permite conhecer a realidade de forma profunda, para além das aparências. Ela também, por princípios, mobiliza as massas populares para a organização da luta popular, que na prática organizam, planejam e formulam ações e intervenções na vida das famílias.

Na *práxis* dos movimentos sociais do campo, como afirmam MPA e MST, é "fundamental não desvincular a Agroecologia dos seus sujeitos, os camponeses e os povos originários e tradicionais" (MPA, 2019), pois a Agroecologia para estes é parte do projeto de classe dos trabalhadores/as, e, portanto, não existe sem camponeses/as, sem quilombolas, sem indígenas, sem ribeirinhos/as, sem pescadores/as, sem gerapeiros/as, sem marisqueiras/os, sem quebradeiras de coco-babaçu, sem os povos oprimidos em sua diversidade de modos de vida e trabalho.

Este princípio é fundamental para entendermos que a importância do trabalho com Educação Popular na consolidação da Agroecologia, reside na necessária formação política e agroecológica para fazer avançar os diversos modos de vida e relações de trabalho dos povos do campo, das águas, das florestas, numa direção mais justa, que responda aos interesses dos povos e não as regras do capital, que contribua para a consolidação de uma sociedade para além do capital.

Em nosso entendimento a articulação entre Educação Popular e Agroecologia favorece a desalienação do ser humano, pois possibilita o desvelamento do agronegócio e das contradições do capitalismo, que é falaciosamente vendido como o modelo de desenvolvimento para o campo que "melhor" atende as necessidades dos camponeses e trabalhadores, quando na verdade esconde a essência de exploração e apropriação dos bens naturais que rege seus modos de vida.

A Educação Popular possui forte dimensão de intervenção na realidade, sendo fundamental para a tomada de consciência e superação de hábitos, práticas e posturas naturalizadas pelo capitalismo como a única maneira possível de sociabilidade. Neste sentido, a Educação Popular possibilita que a *transição agroecológica* não seja puramente no nível técnico, mas exige a incorporação de novas práticas e posturas nas relações sociais, na relação da humanidade com a natureza, a partir do trabalho como princípio educativo, sem as quais também não é possível a prática da Agroecologia.

Do vínculo entre Educação Popular e Agroecologia, alguns aspectos aparecem em nossa análise como fundamentos político-pedagógicos da formação política e agroecológica para forjar novas posturas e práticas sociais. Destacamos a seguir alguns deles:

#### *O trabalho é a categoria fundante do ser social*

Esta assertiva coloca como fundamento de toda e qualquer relação social o "trabalho", enquanto complexo social, que através da interação do homem com a natureza permite a transformação dela e de si mesmo, com o objetivo primeiro de produzir a sua própria existência.

Desta forma, é o modo como se organiza o trabalho numa determinada sociedade que determina o modo como as relações sociais, mediadas pela produção, se dão. Essas relações sociais – ou formas de sociabilidades, que nada mais são do que a maneira pela qual os homens e mulheres organizam aquilo que é produzido, e a forma pela qual estabelecem relações entre si e com a natureza, são modificadas, portanto, numa relação dialética com o modo de produção de determinado momento histórico.

Neste aspecto, são diversas as mediações que se originam a partir destas relações, uma delas é a educação, pela qual as sociabilidades forjadas são transmitidas ao longo de gerações. Ou seja, o que garante que valores, conhecimentos, etc., sejam reproduzidos socialmente, garantindo assim, em primeira instância, a reprodução da vida biológica, e, sobretudo, das relações sociais de produção. Dito desta maneira, a educação cumpre uma função social estreitamente ligada ao processo de trabalho.

Com o advento da propriedade privada, e com as transformações que decorrem deste novo tipo de relação social com a terra e com os meios de trabalho, o trabalho enquanto atividade “ontocriativa” assume formas contraditórias no modo de produção capitalista. Daí decorrem processos formativos que na verdade “deformam” mais do que “formam” na perspectiva da emancipação.

No modo de produção capitalista, a educação assume a função de reprodução da sociabilidade burguesa que é dominante numa sociedade capitalista, assim para a reprodução do agronegócio também é acionado um tipo de educação que corresponda aos interesses de sua expansão, e que contribua para reproduzir no campo relações sociais de produção baseadas na consolidação do campo como um negócio.

Na perspectiva agroecológica, é necessária uma concepção de educação em que o trabalho seja um princípio educativo. A Educação Popular incorpora esta dimensão de reprodução de novas posturas e práticas sociais, partindo de uma concepção integrada da relação humanidade-natureza, imprimindo um compromisso social com as novas gerações e com a reprodução da vida.

#### *Não há transformação social sem uma nova postura diante da vida*

Este entendimento é fundamental no processo de transição agroecológica, visto que não há Agroecologia sem a mudança dos hábitos, práticas e posturas historicamente impostas pela sociabilidade burguesa como naturais nas relações sociais, de trabalho, de produção. É aqui que faz todo sentido vincular Educação Popular e Agroecologia, pois faz-se a tomada de consciência e a experimentação de novas posturas e práticas sociais, seja na relação com a natureza, seja com os próprios indivíduos na sociedade, de maneira que seja possível construir a partir de relações de trabalho associadas, com base na solidariedade e na cooperação, alternativas a forma como estruturam as relações sociais.

Algo que sempre ouvimos das camponesas é que não há produção agroecológica em determinado território se existe companheiras em situação de opressão machista de seus companheiros. Deste modo afirmam “*sem feminismo não há Agroecologia*”, destacando a importância de se trabalhar com a formação de consciência dos companheiros e companheiras, que mesmo conhecendo das técnicas agroecológicas, reproduzem a ideologia machista. Esta pauta é fundamental para a consolidação da Agroecologia, visto que as relações sociais precisam ser mais justas e éticas no ambiente doméstico, além da necessidade de avançar em relação ao papel da mulher na política, na organização e no processo de luta pela terra e território.

### *A ação faz a organização*

Este pressuposto incorpora a noção de que a partir das ações e movimentações populares foi-se constituindo uma concepção de educação que incorporou os interesses de trabalhadores organizados no que diz respeito a necessidade de transformação da situação de opressão e exploração a que estão submetidos.

Desta assertiva, podemos compreender que a concepção de Educação Popular forjada no seio das lutas populares, carrega originariamente princípios advindos da própria experiência organizativa, servindo, portanto, como uma formulação acerca dos métodos e princípios do trabalho com o povo, que orientam práticas político-pedagógicas de tomada de consciência da situação de exploração e da forma como funciona a sociedade capitalista, e ao mesmo tempo possibilita a formulação de estratégias e intervenções na realidade concreta dos próprios trabalhadores, pois todo o conhecimento produzido a partir destas práticas carregam a função social de contribuir com mudanças na vida dos trabalhadores.

Assim, é uma concepção e uma prática de educação fruto da própria organização, nas palavras de Freire, uma "*ação cultural para a liberdade*". Neste sentido, não há dúvidas de que é preciso uma mobilização popular para que haja intervenções concretas na realidade. É muito difícil, por exemplo, que haja espontaneamente uma mobilização popular contra uma empresa do agronegócio que pulveriza com agrotóxicos aereamente as áreas próximas a territórios camponeses e de comunidades tradicionais. A Educação Popular cumpre o papel de agitar e mobilizar os povos para que se levantem contra o modo de produção capitalista, fomentando a organização popular.

### *A classe trabalhadora é diversa*

O modo como se configurou a classe trabalhadora no Brasil, permite-nos compreender a diversidade de sujeitos que a compõe, e igualmente nos leva a investigar a diversidade dos modos de trabalho e de reprodução das suas vidas. Um exemplo é a diferença substantiva no processo de trabalho camponês e de trabalho indígena, ou de trabalho urbano – operário e de trabalho realizado em uma comunidade tradicional pesqueira, ribeirinha, etc.

São diversos os modos como estes sujeitos se relacionam com a natureza, modificando-a e desta relação decorre maneiras diversas de produzirem sua existência. O fundamental é perceber como essas diversas maneiras de produzir a existência são ameaçadas pelo modo de produção capitalista, ou seja, como o capital que coloca em xeque a existência dessas comunidades é o mesmo quando, por exemplo, exploram bens naturais através da mineração, hidronegócio e agronegócio, etc.

Compreender a relação entre a expansão do capital e a existência dessa diversidade de sujeitos que compõe a classe trabalhadora em nosso país, também significa compreender como o capitalismo explora a força de trabalho e ao mesmo tempo mercantiliza os bens naturais, transformando terra, água, minérios, etc., em mercadorias.

Esta compreensão nos permite defender que apesar da diversidade dos modos de reprodução da existência no seio da classe trabalhadora, existe um inimigo (o capitalismo) em comum, que os atravessa e possuem interesses antagônicos que os colocam em polos opostos na sociedade.

*A Educação Popular não se reduz à escolarização.*

Embora a escola exerça um papel importante na socialização dos conhecimentos historicamente acumulados pela humanidade, a experiência dos movimentos sociais com a Educação Popular nos ensina que a escola não é a única responsável pelos processos educativos, sobretudo pela vasta experiência de educação não formal que as organizações e movimentos sociais historicamente têm acumulado.

Esta constatação nos parece óbvia, mas dela decorrem implicações fundamentais para a concepção de Educação Popular discutida neste texto, visto que é a própria experiência dos trabalhadores organizados que torna-se sujeito educador, nas práticas educativas de Educação Popular, ou seja, de como o movimento social é um grande educador.

Um exemplo é a experiência de constituição do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST) que através das lutas travadas e da própria organização, produziu ao longo de sua existência conhecimentos, valores e princípios que formam os sujeitos envolvidos nesse processo. Isso também significa que como prática, a Educação Popular, bebe das experiências e concepções de educação forjadas no seio das lutas dos trabalhadores em nível mundial, como o é a própria Pedagogia Socialista que refere-se ao pensar sobre o fazer uma escola do trabalho, intimamente ligada aos anseios revolucionários da classe naquele momento histórico. Obviamente, esta pedagogia é uma das pedagogias que se constitui como uma teoria da educação que orienta as práticas educativas em Educação Popular.

*Os trabalhadores são sujeitos políticos*

O século XXI marca a consolidação da classe trabalhadora como sujeito político que atua na formulação de projetos de desenvolvimento para o país, colocando no centro da luta política os interesses da classe trabalhadora organizada.

Especialmente na América Latina, são diversos os trabalhadores, camponeses, indígenas que se organizam em torno da luta política para não só reivindicar direitos, mas, sobretudo, para colocar em evidência que o neoliberalismo implantado como mecanismo de reordenamento das políticas do capital para os países da periferia do capitalismo, não é o modelo de desenvolvimento que interessa aos povos e trabalhadores, ao contrário é o modelo de intensificação das contradições sociais que levaram estes países a uma crise social, política, econômica e cultural.

Da periferia do capitalismo, surgem movimentos sociais com uma expressão na luta política de seus países, responsáveis por forjarem uma teoria política em harmonia com os referenciais clássicos da teoria da organização política, e agregando-os a realidade material e as condições objetivas de cada lugar, que vão dando forma aos próprios instrumentos políticos, como a própria constituição da Agroecologia como ciência e práxis dos povos latino-americanos. É importante destacar que não se trata de novas maneiras de se pensar a política, mas se trata de responder aos desafios históricos colocados no nosso tempo.

Desses aspectos podemos afirmar que Educação Popular e Agroecologia estão inseridas como instrumentos na luta dos povos oprimidos por um projeto de sociedade da classe trabalhadora.

É neste sentido que a Educação Popular é também uma prática necessária neste momento histórico, em que o nível de consciências das massas ainda não admite a possibilidade de uma transformação profunda nas condições de opressão e que nos tornem plenamente livres da exploração.

### **Considerações finais**

Diante do exposto ressaltamos três questões que julgamos fundamentais do que discutimos e são desafios que visualizamos que estão presente nas experiências que discutem Agroecologia, Educação Popular e Movimentos Sociais.

Primeiro que o vínculo histórico e político entre Educação Popular e Agroecologia reafirmam a potencialidade destes instrumentos para a tomada de consciência sobre as contradições do capitalismo e as leis que regem a natureza em sua integração com a sociedade e para a construção de alternativas concretas de manutenção e reprodução da vida na luta pela terra e território. Representam também desafios, pois as experiências estão em diferentes estágios de construção quando consideramos a diversidade dos movimentos sociais, e mesmo quando considera-se apenas um dos movimentos citados no corpo do texto.

Segundo que discutimos no decorrer do texto que a Agroecologia de base camponesa é uma antítese ao agronegócio, isso significa dizer que são fundamentalmente opostos e correspondem a interesses de classe antagônicos. Daí decorre a necessária vinculação entre Agroecologia e Educação Popular a um projeto de sociedade da classe trabalhadora que transforme as estruturas sociais e possibilite a superação da sociedade capitalista.

Embora este seja um elemento fundamental da concepção de Agroecologia e de Educação Popular formulada pelos movimentos sociais e de certa forma exista um esforço para elaboração de um projeto de sociedade, há uma tendência a desvincular a construção da Agroecologia de um projeto de sociedade em que seja possível relações sociais de trabalho e produção viáveis a consolidação da Agroecologia, ou seja, em que o trabalho livre e associado seja fundante de uma nova sociabilidade, onde as condições materiais e objetivas necessárias para o desenvolvimento das práticas agroecológicas sejam socializadas com todo o povo, conforme suas necessidades.

Em terceiro lugar, ressaltamos que as estratégias de trabalho com o povo baseadas na Agroecologia e na Educação Popular são fundamentais para fazer avançar a tomada de consciência social dos povos oprimidos, ainda na sociedade capitalista. Com isso queremos reafirmar que a construção da nova sociedade não virá de concepções idealistas que concretamente não apresentam alternativas aos problemas cotidianos enfrentados pelos povos oprimidos. Certamente a Agroecologia não é capaz de promover transformações sociais radicais, no entanto devemos nos questionar se no modelo de sociedade que almejamos construir as bases das relações sociais de trabalho, de produção, e a relação humanidade-natureza será baseada no modelo destrutivo do agronegócio, que destrói as bases materiais para reprodução da vida, ou se ao contrário as bases da reprodução social terão compromisso com a vida e evitará a degradação da sociedade?

Diante da terra degradada, dos rios secando, que impede os agricultores de acreditarem e sonharem em uma sociedade mais justa, o que a Agroecologia pode oferecer? Perante a desumanização e apatia que silencia e paralisa trabalhadores nos

campos e nas cidades, fazendo-os acreditar que “*desde que o mundo é mundo*” o povo sofre e “será assim até o dia que Deus quiser”, o que a Educação Popular pode mobilizar?

É com base nestas perguntas que a Agroecologia e a Educação Popular assumem o compromisso com as camadas populares de seguir construindo espaços de esperança em que não seja tirado dos povos oprimidos aquilo que lhes é tão caro historicamente: a necessidade de acreditar na capacidade do povo de erigir com as próprias mãos uma nova sociedade

### Referências

BOGO, A.; BOGO, M. N. R. A. Processos formativos do MST: Desafios e limites históricos. **Revista Trabalho Necessário**, v. 17, n. 33, 2019.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FREIRE, P. **Pedagogia da esperança**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.

MÉSZÁROS, I. **A Educação para Além do Capital**. São Paulo: Boitempo, 2005.

**MOVIMENTO DE PEQUENOS AGRICULTORES**, 2019. Disponível em: <https://mpabrasil.org.br/agroecologia/>. Acesso em: 16 novembro 2019.

PALUDO, C. Educação popular e movimentos sociais. *In*: ALMEIDA, B.; ANTONIO, C.; ZANELLA, J. (Org.). **Educação do campo**. Um projeto de formação de educadores em debate. Cascavel: Edunioeste, 2008. p. 39-53.

PALUDO, C. Educação Popular. *In*: CALDART, R. S. *et al.* (Org.). **Dicionário da Educação do Campo**. Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio, Expressão Popular. Rio de Janeiro, São Paulo, 2012. p. 280-286.

# CAPÍTULO 3

## **PARTICIPAÇÃO SOCIAL PARA A CONSTRUÇÃO DAS POLÍTICAS PÚBLICAS E SUA RELAÇÃO COM A AGROECOLOGIA**

Sílvia Oliveira Lopes, Nircia Isabella Andrade Pereira, Raquel Nunes Silva,  
Bianca Aparecida Lima Costa e Sílvia Eloiza Priore

### **Contextualização**

A participação social, em especial da população do campo, em processos de organização para a construção das políticas públicas se deu em um contexto de desigualdades e disputas pela terra. Um exemplo destes conflitos por terra que repercute na necessidade de participação social, são as disputas pelas propriedades dos territórios por indígenas, quilombolas, ribeirinhos e acampamentos de trabalhadores (SILVA, 2017; LOPES, PAIXÃO, SANTOS, 2020).

Processos de organizações de ações coletivas têm permitido a inserção de temas relevantes, como posse e utilização da terra, nas agendas para políticas públicas. Há inserção da agroecologia neste processo, como meio de desenvolver e articular construções sociais no campo (LESSA, 2000; SILVA, 2017).

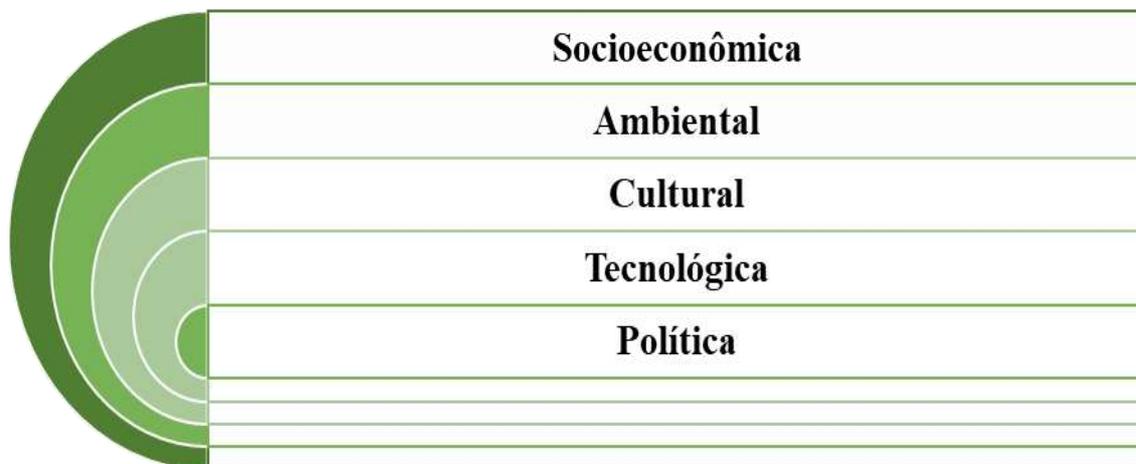
A agroecologia como prática, equilíbrio, ambiente e justiça social, busca reflexos quanto aos modelos de desenvolvimento, abordando seus contextos e impactos. A organização participativa e hierárquica se dá de diferentes formas, como apresentado na Figura 1.

As crescentes discussões em torno da agroecologia têm ressaltado o potencial de luta em torno de uma agricultura mais sustentável e um desenvolvimento rural mais equitativo. Este entendimento de agricultura, caracterizado pela agroecologia se contrapõe a representação social, em muitos casos, da agricultura brasileira que tem a imagem relacionada a estrutura de grandes latifúndios de monoculturas. A ideia de uma eficiência econômica dada por este modelo agroexportador, gera impactos em estruturas sociais e ambientais, caracterizando-se como um modelo de desenvolvimento predatório (PETERSEN, 2005).

Esta representação social do modelo agrícola brasileiro tem gerado processos que tentam invisibilizar as contribuições do campesinato para a organização social no campo. Este processo de negação da importância da inserção e participação social dos atores envolvidos na agricultura, tem gerado marginalização dos agricultores, em uma tentativa de reafirmar projetos prioritariamente capitalistas (WANDERLEY, 2015).

Uma das alternativas que se apresentam abordando questões importantes a serem discutidas no campo é trazido pelo estudo da Agroecologia. Uma vez que, se apresenta em temas como: gênero, juventude rural, participação social, dando-se

através da criação de conselhos que buscam dialogar com a sociedade, dentre outras formas de articulação que permitem uma construção social dos atores (ROSA, SVARTMAN, 2018).



**Fonte:** LESSA (2000). Elaborado pelas autoras.

**Figura 1.** Processos participativos e seus níveis hierárquicos em contextos de manejos agroecológicos.

Abordagens de assuntos como gênero se inserem neste processo, o que muito enriquece os debates acerca da Agroecologia. As mulheres neste espaço são peças importantes na organização social das suas propriedades, onde permite-se maior articulação a longo prazo, além de diversificação produtiva e construção de redes sociais de apoio (JALIL, 2009).

A sociedade tem buscado discutir questões envolvidas no contexto da produção de alimentos, o que permeia sempre debates que resultam na Agroecologia e na produção orgânica como alternativas "mais saudáveis". É ressaltado que a Agroecologia em seu contexto social e ambiental se insere em um patamar diferenciado, já que não aborda somente o modelo de produção do alimento, e sim, a construção de uma rede social de produção-comercialização-consumo.

Segundo Lessa (2000):

qualquer que seja o novo modo de desenvolvimento que advirá do caos atual gerado pelas injustiças e insatisfação social, nós necessitaremos de um ambiente saudável e capaz de absorver os impactos de nossa atividade. Portanto, a participação social é importante na transformação das relações socioeconômicas, culturais, tecnológicas, políticas, e no monitoramento ambiental que nos permita e a nossos descendentes a sobrevivência futura.

As discussões nesta temática se fortalecem entre as diferentes áreas do conhecimento. O reconhecimento de que os modelos agrícolas convencionais e o processo de não socialização da construção social do campo, tem levado a questionamentos da necessidade de criação de modelos agrícolas que considerem, o desenvolvimento sustentável no campo. Este, buscando promover melhorias na qualidade de vida, ressaltando a preservação ambiental, social e econômica da família

agricultora (LESSA, 2000). Os debates em Agroecologia consideram a alimentação como promotor de saúde. Onde a organização das políticas públicas que a promovem, dá-se de forma estratégica.

### **Uma breve explanação: construção histórica das lutas, participação social e Agroecologia**

O Brasil destaca-se internacionalmente por seus avanços na discussão da Agroecologia e na construção de políticas públicas. A trajetória dos movimentos sociais foram/e são primordiais para esta temática desde os anos de 1970. Neste contexto, ressaltou-se a necessidade de práticas vinculadas a "agricultura alternativa" com uma abordagem mais sustentável.

Este processo de articulação caracterizado pelos movimentos sociais, sindicatos, estudantes e profissionais permitiram uma mobilização social que resultou na criação de políticas e orientações para agricultura familiar no contexto do Estado. Este processo foi limitado, e fez com que concepções distintas fossem criadas em torno da Agroecologia como processo orientador de transição dos sistemas agroalimentares.

A difusão da Agroecologia por atores estatais e não estatais, ocorreu principalmente posterior a abertura democrática nos anos 1980, onde o protagonismo da sociedade civil foi ampliado. O desenvolvimento da Agroecologia tem por características, não somente brasileiras, mas também da América Latina, uma vinculação com os movimentos sociais, no contexto da agricultura familiar e camponesa. Esta característica de organização da Agroecologia a caracteriza não somente como um molde agrícola, e sim um espaço de discussão política.

Em 1988, após a promulgação da Constituição da República Federativa do Brasil, cidadãos e sociedade civil organizada passaram a ter direito de participar diretamente em processos decisórios relacionados ao Estado brasileiro (KLEBA, COMERLATTO, FROZZA, 2015).

Portanto, a nova Constituição possibilitou que o regime de políticas no Brasil passasse por profundas alterações, reforçando a tendência de novos atores nas suas análises, a partir de mecanismos de participação da sociedade civil na formulação, implementação e controle das políticas públicas (FARAH, 2016).

Segundo Santos (2009) as políticas públicas são:

conjuntos de programas, ações e atividades desenvolvidas pelo Estado diretamente ou indiretamente, com a participação de entes públicos ou privados, que visam assegurar determinado direito de cidadania, de forma difusa ou para determinado seguimento social, cultural, étnico ou econômico.

Dessa forma, correspondem a instrumentos de planejamento, execução, monitoramento e avaliação, organizados de forma integrada e lógica para efetivar os direitos do cidadão assegurados constitucionalmente, com a intenção de construção do bem público que se desdobra em um conjunto de ações sinérgicas intermediando o pacto entre a sociedade e o Estado (SANTOS, 2009; ANDRADE *et al.*, 2014).

Entretanto, durante o ciclo da política pública, desde sua elaboração até a sua operacionalização, ocorre o envolvimento de diferentes pessoas e instituições, cada qual com interesses particulares onde há conflitos e necessidades a serem harmonizadas.

Logo, não há certeza de que os direitos sociais serão efetivados, dependendo da maior ou menor representatividade que cada segmento possui (ESTEVÃO, FERREIRA, 2018).

Considerando esses aspectos, entender as visões que modelam as relações entre Estado e sociedade é essencial à análise da formulação de uma política pública. Estas, a partir de demandas e propostas da sociedade, em seus diversos seguimentos, são formuladas, considerando-se os poderes executivo e legislativo, além da cooperação entre os atores envolvidos, ou seja, cidadãos cujos interesses poderão ser afetados de forma positiva ou negativa pelas decisões tomadas. A participação da sociedade nos processos de formulação, acompanhamento e avaliação das políticas públicas deve ser assegurada na própria lei que as institui, sendo todos os poderes públicos, em todas as esferas e níveis da administração pública, obrigados a garantirem esse direito à população (SANTOS 2009; ESTEVÃO, FERREIRA, 2018).

A participação social, por meio de organizações, fora do Estado, como organizações não governamentais (ONG), centros de estudos e outras associações que passaram a buscar competência técnica e argumentativa, para poder influenciar políticas públicas contribuiu para a diversificação do lócus da análise dessas políticas (FARAH, 2016).

À vista disso, nota-se que os representantes da sociedade civil organizada, como ONG e movimentos sociais, assumem papel fundamental no processo de elaboração e operacionalização das políticas públicas para que não sejam executadas apenas em função do interesse de grupos dominantes. Sua construção é caracterizada pela identificação de problemas; conformação da agenda; formulação; implementação e a avaliação. Podendo a fase de avaliação acontecer no início, durante ou após a implementação da política, além de ser utilizada para revisar ou auferir o andamento ou os seus resultados (ESTEVÃO, FERREIRA, 2018).

Nesse sentido, é possível perceber que atores sociais e organizações reunidas em diferentes espaços de interesse público, podem viabilizar processos participativos e democráticos na relação entre governo e sociedade civil no controle das políticas públicas por meio de instrumentos legais e legítimos para nortear e qualificar a gestão democrática das mesmas. No Brasil, a administração pública conta com diretrizes e parâmetros estabelecidos em documentos, como leis, políticas, normatizações, planos, programações anuais ou relatórios, os quais alimentam e concretizam o processo contínuo de planejamento (KLEBA, COMERLATTO, FROZZA, 2015).

Para as autoras, os conselhos gestores definidos como: organismos públicos — e os conselheiros — como sujeitos coletivos — contribuem para a *“democratização da gestão pública, a ampliação quantitativa e qualitativa da participação, a condução coletiva de políticas sociais, a responsabilização de governantes, o controle social proativo e para o intercâmbio de informações entre população e poder local”* (KLEBA, COMERLATTO, FROZZA, 2015).

No âmbito nacional, o Estatuto da Cidade (2001) também estabelece alguns instrumentos e mecanismos de gestão pública na perspectiva do controle social e gestão democrática, sendo eles: órgãos colegiados de política urbana, nos níveis nacional, estadual e municipal; debates, audiências e consultas públicas; conferências sobre assuntos de interesse urbano, nos níveis nacional, estadual e municipal (BRASIL, 2002).

Além disso, audiências públicas, encontros e conferências setoriais são também instrumentos que têm sido reconhecidos nos últimos anos como capazes de envolver os diversos seguimentos da sociedade em processo de participação e controle social

(ANDRADE, 2014). A exemplo, temos a Figura 2, que representa os conselhos vinculados à área de alimentação e nutrição que buscam ressaltar necessidades locais, regionais e federais na discussão e elaboração de políticas e ações.



**Elaborado pelas autoras;** CONSEA = Conselho de Segurança Alimentar e Nutricional; COMSEA = Conselho Municipal de Segurança Alimentar e Nutricional; CAE= Conselho de Alimentação Escolar; CNS= Conselho Nacional de Saúde; CES = Conselho Estadual de Saúde; CMS= Conselho Municipal de Saúde.

**Figura 2.** Conselhos que se relacionam a área de alimentação e nutrição.

Além disso, podemos citar a conformação da Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) como um campo de políticas públicas no país, com a criação da Lei Orgânica de Segurança Alimentar e Nutricional (LOSAN). Processo que envolveu diversas organizações da sociedade civil, instituições e movimentos sociais desde a década de 1990, que se articularam e constituíram redes de políticas em torno deste tema com diferentes setores do governo em níveis municipal, estadual e federal (DOS ANJOS, BURLANDY, 2010).

Mais recentemente, tivemos a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (PNAPO), quando o enfoque agroecológico passou a ser considerado na orientação de algumas políticas dirigidas ao público da agricultura familiar no Brasil.

A Agroecologia é conceituada como ciência e prática baseada na valorização da diversidade cultural e biológica, conservação e resgate das variedades de espécies crioulas, o conhecimento tradicional das populações locais e desenvolvimento de agroecossistemas mais sustentáveis (ALTIERI, 2004; EMBRAPA, 2006). A reflexão das práticas baseia-se na troca de saberes entre as comunidades e se estabelece de forma participativa, respeitando a equidade de gênero e a soberania alimentar (CAPORAL, COSTABEBER, 2000).

Os resultados obtidos com a PNAPO, criada em 2012, com o objetivo de integrar, articular e adequar as políticas públicas que contribuem para a produção sustentável de alimentos saudáveis e livres de contaminantes químicos, mostraram que as agendas da Agroecologia e da produção orgânica foram lentamente construídas dentro do governo por força das pressões da sociedade civil organizada. Também foi possível observar que os espaços de diálogo proporcionados pela Comissão Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (CNAPO), formada por representantes do governo e de entidades da sociedade civil, e a Câmara Interministerial de Agroecologia e Produção Orgânica (CIAPO), composta por representantes dos ministérios que atuam na política,

propiciaram a construção participativa entre governo e sociedade e estimularam uma abordagem interministerial dentro do âmbito governamental (SAMBUICHI *et al.*, 2017).

Outro aspecto importante para a efetivação das políticas públicas são os mecanismos utilizados na sua implementação. Estes podem ser compreendidos como:

certos movimentos e modos de operar, com vistas a ampliar e qualificar o debate, possibilitando maior compreensão sobre as questões em pauta e favorecendo processos de tomada de decisão mais coerentes com demandas e potencialidades identificadas sem prejuízo das orientações e normativas legais (KLEBA, COMERLATTO, FROZZA, 2015).

Destaca-se assim, a importância do fortalecimento dos espaços de discussão, participação e articulação proporcionados pelos conselhos e comissões de participação social, visando sua capacidade de exercer, efetivamente, o controle social sobre a gestão de políticas públicas de acordo com o previsto legal e regimentalmente.

### Conselhos como mecanismo de controle social

Para entendermos a organização dos conselhos são necessárias algumas definições como, apresentado na Figura 3.



**Fonte:** Google imagens; Elaborado pelas autoras.

**Figura 3.** Distinção segundo organização de órgãos de monitoramento e aconselhamento.

A participação social tem relação com os processos de descentralização do Estado, onde a sociedade civil participa das decisões políticas como instrumento da democratização (DURIGUETTO, 2007). Esse controle social é resultado de engajamento dos cidadãos, de forma organizada, em promover um movimento participativo popular, com atuação de novos interlocutores junto aos órgãos governamentais, representação

nos espaços de deliberação, planejamento e execução de políticas públicas (RAICHELIS, 2006).

No Brasil, o marco para instituição desses processos é a Constituição Federal de 1988, onde foi consagrada a participação democrática, permitindo a ampliação dos direitos sociais, a instituição de espaços de controle, gestão e formulação de políticas públicas, com representação dos conselhos deliberativos (BULLA, LEAL, 2006; TEIXEIRA, 2007). O processo de descentralização das políticas públicas, desde então, passa a ser protagonizado pelos conselhos municipais, que se configuram como espaços de diálogo, acesso da sociedade civil aos processos decisórios e criação de novas relações entre Estado e sociedade (DIEGUES, 2013).

Esse processo de municipalização com atuação dos conselhos, traz uma proximidade entre Estado e população, podendo incorporar estratégias específicas do território e promovendo assim, desenvolvimento local. A governança passa a ser embasada nas necessidades apontadas pelos conselhos e há o fortalecimento da descentralização das políticas sociais (FLEURY, 2004; CARVALHO, 2012).

O termo “controle social” é utilizado, nesse contexto de atuação dos conselhos, para demonstrar o papel de fiscalização e controle da população frente aos governos. Propondo assim, uma nova lógica, contrária ao modelo autoritário de gestão, onde o Estado, sozinho, planeja, executa, e controla todos os processos decisórios e operacionais das políticas sociais (SILVA, CRUZ, MELO, 2007).

Do ponto de vista de caracterização, os conselhos têm composição, atribuições, tempo de mandato e outras especificações definidas a partir da lei que os institui especificamente. De maneira geral, a orientação é de que a composição seja feita pelo princípio da paridade, buscando garantir a representação dos mais diversos setores da sociedade. As atribuições geralmente são de fiscalização, deliberação, mobilização e consultiva. Todas essas questões e a própria organização do Conselho podem ser definidas na lei de criação o por regimento interno próprio (DIEGUES, 2013).

Santos (2002) aborda o papel dos conselhos como um estabelecimento de mecanismos e formulação de diretrizes, bem como suas formas de acompanhamento e controle. Para isso, implica na transparência do poder público no fornecimento de informações e na incorporação das atividades dos conselhos nas estratégias de governança.

Os conselhos têm se constituído no Brasil, então, como uma das principais experiências de democracia participativa. Podem ser espaços de formação de lideranças populares e de constituição de grupos qualificados a atender demandas sociais, a partir de articulações, propostas progressistas, realização de denúncias e construção de formas inovadoras de fazer política (TATAGIBA, 2004; GOHN, 2011).

Será abordado aqui a importância de três conselhos no cenário brasileiro de promoção de políticas sociais: Conselho de Segurança Alimentar e Nutricional; Conselho de Alimentação Escolar e Conselho de Saúde.

O Conselho de SAN (CONSEA), principalmente no âmbito nacional, se constitui e consolida junto aos espaços das Conferências, do Fórum Brasileiro de Segurança Alimentar e Nutricional, representando assim esferas institucionais do Sistema Nacional de SAN para a realização do controle social (SIQUEIRA *et al.*, 2011).

Uma característica importante é que o CONSEA tem caráter consultivo, atuando no assessoramento dos governos na constituição das políticas de SAN. O conselho nacional vinculado à Presidência da República, é um órgão de assessoria direta e

imediate. A principal atuação nos últimos anos deu-se no Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), Bolsa Família, Programa de Aquisição de Alimentos (PAA), Vigilância Alimentar e Nutricional e outros (MOURA, 2009).

Uma peculiaridade dos Conselhos de SAN, além de estarem diretamente ligados aos chefes do executivo e não diretamente a secretarias/ministérios, é de que são compostos majoritariamente por representantes da sociedade civil em relação aos representantes do governo, buscando a representatividades popular nos grupos (SIQUEIRA *et al.*, 2011).

Em outro formato, observa-se o Conselho de Alimentação Escolar (CAE), que surge quando há a descentralização do PNAE, os estados e municípios passam a protagonizar os processos dentro do programa. O objetivo da criação era de que os CAEs pudessem fiscalizar e controlar os recursos advindos para a alimentação escolar, além de acompanhar a elaboração de cardápios (BELIK *et al.*, 2009). A criação do CAE trouxe mudanças não só para os governos, como para a comunidade escolar, possibilitando envolvimento maior e aproximação ao PNAE. A constituição prevista é de: um representante do poder executivo, um do legislativo, dois professores, dois pais de alunos e um representante da sociedade civil (GALLINA *et al.*, 2012).

Diferentemente do CONSEA, o CAE é um órgão deliberativo, com ênfase na fiscalização e análise dos processos referentes ao PNAE. As principais atuações do CAE são: acompanhamento do cumprimento das diretrizes do PNAE; zelar pela qualidade dos alimentos, tanto às condições higiênicas sanitárias, quanto da aceitação dos discentes aos cardápios oferecidos. Tais competências dão ao CAE o papel de controle social do PNAE, podendo inclusive interromper atividades e processos desenvolvidos pelos municípios e estados (BRASIL, 2009).

Por fim, o Conselho Nacional de Saúde (CNS), com história bem interseccionada à Constituição de 1988, traz o papel da descentralização ao Sistema Único de Saúde (SUS), conferindo do âmbito local para o nacional, o papel de verbalização das demandas sociais, e construção de parâmetros para a gestão do SUS (RIBEIRO, 1997).

Assim como o CAE, o CNS tem caráter deliberativo, um órgão colegiado composto por representantes do governo, profissionais de saúde e usuários, replicando esse modelo para os estados e municípios. A principal atuação se dá no controle social da política de saúde, com fiscalização dos aspectos econômicos e financeiros e acompanhamento das demandas locais. Observa-se que ao longo dos anos foi se formando uma comunidade política engajada ao SUS, com atuação nos Conselhos de Saúde, o que traz ainda mais o caráter participativo para o processo (MALTA *et al.*, 2016).

Os exemplos dos conselhos trazidos aqui demonstram como, na prática, tem acontecido a participação social no Brasil. Ainda se observa que as temáticas trazidas têm eixos de atuação em comum, possibilitando assim construção de políticas transdisciplinares por meio da articulação de sociedade civil.

O foco dado dentro destes conselhos carrega, mesmo que implicitamente, os conceitos agroecológicos, já que o pensar a saúde, tem-se de considerar uma alimentação adequada e saudável que somente a construção do conhecimento agroecológico atualmente consegue atender.

## Considerações finais

As discussões envolvendo a alimentação e nutrição são permeadas pela Agroecologia já que, se constitui como um mecanismo não só produtivo, mas social de promoção da saúde. Tendo a participação social como eixo chave desta relação e a importância da inclusão da sociedade na construção das ações públicas que tenham como foco a melhoria da qualidade de vida.

## Referências

- ALTIERI, M. A. *Agroecology: the scientific basis of alternative agriculture*. Westview Press, 1987. Linking ecologists and traditional farmers in the search for sustainable agriculture. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 2, n. 1, p. 35-42, 2004.
- ANDRADE, D. F. *et al.* Da pedagogia à política e da política à pedagogia: uma abordagem sobre a construção de políticas públicas em educação ambiental no Brasil. **Ciência & Educação**, v. 20, n. 4, p. 817-832, 2014.
- BELIK, W. *et al.* O programa nacional de alimentação escolar e a gestão municipal: eficiência administrativa, controle social e desenvolvimento local. **Revista de Nutrição**, 2009.
- BRASIL. Diário Oficial da União. Lei no 10.257, de 10 de julho de 2001. **Estatuto da Cidade e Legislação correlata**. 2. ed. Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. **Resolução FNDE/CD n.º 38 de 16 de julho de 2009**.
- BULLA, L. C.; LEAL, M. L. M. A participação da sociedade civil no Conselho Municipal de Assistência Social: o desafio de uma representação democrática. **Textos e Contextos**, v. 3, n. 1, 2006.
- CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável: perspectivas para uma nova extensão rural. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v. 1, n. 1, p. 16-37, 2000.
- CARVALHO, J. M. **Cidadania no Brasil: o longo caminho**. 15a. ed. Rio de Janeiro/RJ: Civilização Brasileira, 2012.
- DIEGUES, G. C. O controle social e participação nas políticas públicas: o caso dos conselhos gestores municipais. **NAU Social**, v. 4, n. 6, p. 82-99, 2013.
- DOS ANJOS, L. A.; BURLANDY, L. Construção do conhecimento e formulação de políticas públicas no Brasil na área de segurança alimentar. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 15, n. 1, p. 19-30, 2010.

DURIGUETTO, M. L. Descentralização, políticas públicas e participação popular. Núcleo de Pesquisas e Movimentos Sociais. //: **Movimentos sociais, participação e democracia**. Florianópolis. Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Marco referencial em agroecologia**. Brasília: Embrapa, 2006.

ESTEVÃO, R. B.; FERREIRA, M. D. M. Análise de políticas públicas: uma breve revisão de aspectos metodológicos para formulação de políticas. **HOLOS**, v. 3, p. 168-185, 2018.

FARAH, M. F. S. Análise de políticas públicas no Brasil: de uma prática não nomeada à institucionalização do "campo de públicas". **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 50, n. 6, p. 959-979, 2016.

FLEURY, S. Políticas sociais e democratização do poder local. //: VERGARA, S. C.; CORRÊA, V. L. A. (Eds.). **Propostas para uma gestão pública municipal efetiva**. 1a. ed. Rio de Janeiro/RJ: FGV, 2004.

GALLINA, L. S. *et al.* Representações sobre segurança alimentar e nutricional nos discursos de um Conselho de Alimentação Escolar. **Revista Saúde e Sociedade**, v. 21, p. 89-102, 2012.

GOHN, M. G. M. **Conselhos gestores e participação sociopolítica**. 4a. ed. São Paulo/SP: Cortez, v. 32, 2011.

JALIL, L. M. **Mulheres e Soberania Alimentar: A luta para a transformação do meio rural brasileiro**. 2009. 197 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação de Ciências Sociais em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

KLEBA, M. E; COMERLATTO, D.; FROZZA, K. M. Instrumentos e mecanismos de gestão: contribuições ao processo decisório em conselhos de políticas públicas. **Revista Administração Pública**, v. 49, n. 4, p. 1059-1079, 2015.

LESSA, A. S. N. Agroecologia, participação social e desenvolvimento sustentável. **Revista de Políticas Públicas**. v. 4, n. 1, p. 1-15, 2000.

LOPES, S. O.; PAIXÃO, M. Q.; SANTOS, R. H. S. **A (in) sustentabilidade produtiva e a (in) Segurança Alimentar e Nutricional**. //: MORAIS, D. C.; SPERANDIO, N.; PRIORE, S. E. Atualizações e debates sobre Segurança Alimentar e Nutricional. 2020.

MALTA, D. C. *et al.* Política Nacional de Promoção da Saúde (PNPS): capítulos de uma caminhada ainda em construção. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 21, p. 1683-1694, 2016.

MOURA, J. T. V. Os desafios da representação política da sociedade civil no Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (CONSEA). **Revista Ciências Sociais em Perspectiva**, v. 8, n. 15, p. 87-109, 2009.

- PETERSEN, P. Agricultura Sustentável: um desafio político. **Revista Ação Ambiental**, Viçosa, UFV, 2008.
- RAICHELIS, R. Democratizar a Gestão das Políticas Sociais – Um Desafio a Ser Enfrentado pela Sociedade Civil. *In*: MOTA, A. E. *et al.* (Eds.). **Serviço Social e Saúde: Formação e Trabalho Profissional**. 1a.ed. São Paulo/SP: Cortez. 2006.
- RIBEIRO, J. M. Conselhos de saúde, comissões intergestores e grupos de interesses no Sistema Único de Saúde (SUS). **Cadernos de Saúde Pública**, v. 13, p. 81-92, 1997.
- ROSA, M. P.; SVARTMAN, B. P. Agroecologia e políticas públicas: reflexões sobre um cenário em constantes disputas. **Revista de psicologia política**, v. 18, n. 41, p. 18-41, 2018.
- SAMBUICHI, R. H. R. *et al.* Análise da construção da política nacional de agroecologia e produção orgânica no Brasil. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada- IPEA- Brasília**, Rio de Janeiro, 2017.
- SANTOS, A. Construção das Políticas Públicas – processos, atores e papéis. **Observatório dos Direitos do Cidadão/Equipe de Participação Cidadã**. 2009.
- SANTOS, M. R. M. Conselhos municipais e a participação cívica na gestão das políticas públicas: o caso da metrópole fluminense. **Caderno MetrÓpole**, n. 7, p. 97-112, 2002.
- SILVA, A. X.; CRUZ, E. A.; MELO, V. A importância estratégica da informação em saúde para o exercício do controle social. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 12, n. 3, p. 683–688, 2007.
- SILVA, S. P. Participação social e políticas públicas de desenvolvimento rural: uma análise da percepção dos conselheiros do CONDRAF. **Estudos Sociedade e Agricultura**, v. 25, n. 3, p. 591-615, 2017.
- SIQUEIRA, R. L. *et al.* Conselho de segurança alimentar e nutricional: análise do controle social sobre a política estadual de segurança alimentar e nutricional no Estado do Espírito Santo. **Revista Saúde e Sociedade**, v. 20, p. 470-482, 2011.
- TATAGIBA, L. Institucionalização da participação: os conselhos municipais de políticas públicas na cidade de São Paulo. *In*: AVRITZER, L. (Ed.). **A participação em São Paulo**. São Paulo/SP: UNESP, 2004.
- TEIXEIRA, S. M. Descentralização e participação social: o novo desenho das políticas sociais. **Revista Katálysis**, v. 10, p. 154-163, 2007.
- WANDERLEY, M. N. B. O campesinato brasileiro: uma história de resistência. **Revista de economia e sociologia rural**, v. 52, p. 25-44, 2014.

# CAPÍTULO 4

## EDUCAÇÃO ALIMENTAR E NUTRICIONAL E AGROECOLOGIA: INTERFACES POSSÍVEIS RUMO À TRANSFORMAÇÃO

Glauce Dias da Costa, Irene da Silva Araújo Gonçalves, Ariadne Barbosa do Nascimento Einloft, Karen Oliveira Fracalosi e Cintia Pereira Donateli

### Introdução

As alterações ambientais ao longo dos séculos provocadas pelos modos de produção e consumo de alimentos, no paradoxo do desenvolvimento e degradação, afetam diretamente a vida de todos os seres do planeta. A agricultura e a Revolução Industrial modificaram a produção, o processamento e acesso aos alimentos. A Revolução Verde modernizou a agricultura e ampliou a produção agrícola e agropecuária (MEDEIROS, 2012). A globalização possibilitou a incrementação de novos gêneros alimentícios, processados ou *in natura*, os quais passaram a fazer parte de nossos hábitos alimentares (PROENÇA, 2010). Vieram o desenvolvimento, os lucros, o acesso, o excesso, a transição alimentar e nutricional, as opções de escolhas. Um paradoxo complexo em que recursos naturais são explorados, meio ambiente degradado, fauna e flora extintas. O preço do desenvolvimento e do acesso passou a ser representado pela grande extensão territorial utilizada, utilização de grandes volumes de água nos processos produtivos, uso de agrotóxicos, fertilizantes químicos, tecnologia transgênica, destruição ambiental, riscos à saúde humana (SOUZA, 2018).

Em adição, de acordo com a Organização das Organizações das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO, 2019), até 2030, a má nutrição (fome, carências de micronutrientes, sobrepeso ou obesidade) atingirá mais da metade da população mundial. Atualmente, mais de 2 bilhões de pessoas tem sobrepeso e dessas, 600 milhões estão obesas.

Dada a complexidade de atores sociais, ecossistemas, sistemas alimentares, determinações políticas e diferentes cenários, a Segurança Alimentar e Nutricional tem demandado estratégias urgentes para sua garantia. As práticas alimentares devem ser pensadas em espaços de reflexão crítica, onde a sustentabilidade social e a diversidade cultural não podem ser ignoradas. Sendo assim, acreditamos que este espaço pode nos ser garantido pela educação, uma educação que seja transformadora, com a missão de formar cidadãos com mais consciência, autonomia, responsabilidade social e protagonismo, assim como proposta por Paulo Freire (2016). Por isso trazemos no decorrer deste **capítulo** a Educação Alimentar e Nutricional (EAN) como um caminho para a reflexão sobre as complexas e intrincadas questões que envolvem a alimentação, seus modos de produção e consumo, sob a perspectiva da sustentabilidade global. Apontamos fundamentos teóricos e metodológicos da EAN que tenham uma perspectiva centrada na reflexão

de nossas práticas alimentares, suas relações com o ambiente, bem como as políticas no Brasil que definem os conceitos e estratégias para a consolidação da EAN nas práticas de Segurança Alimentar e Nutricional (SAN).

### **Agroecologia e Educação Alimentar e Nutricional: conceitos e interconexões**

Embora reconhecido como um direito humano básico e franqueador do acesso a outros direitos (VALENTE, 2002), o Direito Humano à Alimentação Adequada (DHAA) tem sido delineado a partir de um processo de construção ao longo do tempo, transpondo a ideia de benemerência para a de responsabilização do Estado (BELIK, 2003).

Definida pela Política Nacional de Alimentação e Nutrição – PNAN (BRASIL, 2013) como *“a prática alimentar apropriada aos aspectos biológicos e socioculturais dos indivíduos, bem como ao uso sustentável do meio ambiente”*, a alimentação adequada é condição essencial para a melhoria da qualidade de vida das populações. A superação dos efeitos da má nutrição, sejam estes relacionados tanto à escassez como ao excesso alimentar, além de estar de acordo com as necessidades de cada fase do curso da vida, precisa estar contextualizada também com questões culturais, de gênero, raça e etnia e financeiras, e ser baseada em práticas produtivas que garantam a sustentabilidade do meio ambiente (BRASIL, 2013). Neste sentido, a prerrogativa da alimentação adequada associa-se também à efetivação de uma política de SAN que considere não apenas o caráter estritamente biológico da alimentação e da nutrição humana, mas também as demais questões descritas (culturais, produtivas e ambientais) (MALUF, 2011).

Na tentativa de promover a saúde das populações, diversos países da América Latina vêm adotando leis e políticas de segurança e soberania alimentar, focando principalmente na disponibilidade, estabilidade, acessibilidade e uso dos alimentos (SOUZA, BELIK, 2012), uma vez que a produção agroalimentar desempenha importante papel na formação social e econômicas destas nações.

No Brasil, a opção pela modernização de práticas de produção e desenvolvimento rural, vivenciadas a partir da década de 1960, apoiada na expansão da entrada do capital estrangeiro, de multinacionais e transnacionais; na centralização na monocultura associada à grandes propriedades; no desenvolvimento de pesquisas em novos cultivares, fertilizantes e defensivos agrícolas, e na mecanização do campo visando o aumento da produtividade, guarda algumas críticas relacionadas à garantia da soberania e conseqüentemente da SAN (CAMPOS, CAMPOS, 2007; FURTADO, BEZERRA, 2014).

A despeito do discurso do aumento da produção para a erradicação da fome, estudiosos descrevem que a opção pela monocultura e uso de defensivos agrícolas trouxeram impactos negativos para o meio ambiente e para as populações. A redução da diversidade da fauna e da flora, com conseqüente efeitos no clima, no solo e nos recursos hídricos, tem sido os efeitos mais comumente descritos (CAMPOS, CAMPOS, 2007; FURTADO, BEZERRA, 2014). Em adição, a concentração de terras provocando o êxodo de pequenos trabalhadores rurais decorrente deste tipo de sistema produtivo, também tem causado modificações importantes em sistemas sociais e ecológicos tradicionais (LÖWEN SAHR, CUNHA, 2005).

Entendendo que modelos de produção agroalimentares podem determinar a segurança ou a insegurança alimentar e nutricional e pensando em processos que possibilitem a garantia da saúde ambiental e humana, a Agroecologia surgiu como uma alternativa à forte influência do sistema econômico sobre o agroalimentar, resultante da

Revolução Verde (RIBEIRO *et al.*, 2012). Ao utilizar técnicas não dependentes de insumos químicos visando o manejo ecologicamente sustentável (incluindo os recursos humanos), a Agroecologia constitui um campo de conhecimento científico que parte do enfoque holístico e sistêmico (RIBEIRO *et al.*, 2012), integrando conhecimentos para o manejo sustentável de sistemas agroalimentares, inclusive segundo os princípios da SAN (RIGON, BEZERRA, 2014).

A construção de sistema agroalimentares sustentáveis insere-se na lógica do Direito Humano à Alimentação Adequada e encontra-se em sintonia com políticas públicas de promoção da saúde (RIGON, BEZERRA, 2014), uma vez que para a erradicação da má alimentação, questões como produção de alimentos sem agrotóxicos, respeito ao princípio da precaução e de hábitos tradicionais, não podem ser desconsiderados (MACHADO, 2017). Apenas nos últimos vinte anos o Brasil assistiu à construção de novas abordagens onde a vinculação da agricultura e nutrição se situasse em um contexto de segurança e soberania alimentar. Problemas históricos como fome e deficiência de micronutrientes, e novas questões nutricionais decorrentes das transições epidemiológicas e nutricionais como obesidade e doenças crônicas não transmissíveis, passaram a ser discutidos a partir da necessidade da transformação do modelo de produção de alimentos em modelos agroecológicos, de padrões de fornecimento e acesso a alimentos (MALUF *et al.*, 2015), articulando em definitivo os campos da nutrição e da Agroecologia.

Descrita como um tipo de agricultura sensível à nutrição (MALUF *et al.*, 2015), a Agroecologia vai ao encontro do entendimento de segurança e soberania alimentar descrito na PNAN (2013):

direito de todos ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais, tendo como base práticas alimentares promotoras de saúde que respeitem a diversidade cultural e que sejam ambiental, cultural, econômica e socialmente sustentáveis"; "direito dos povos de decidir seu próprio sistema alimentar e de produzir alimentos saudáveis e culturalmente adequados, acessíveis, de forma sustentável e ecológica, colocando aqueles que produzem, distribuem e consomem alimentos no coração dos sistemas e políticas alimentares, acima das exigências de mercado (BRASIL, 2013).

Todavia, a contribuição da Agroecologia ao campo da nutrição ainda pode avançar, especialmente na questão da promoção da saúde na perspectiva da EAN. A compreensão crítica dos sistemas agroalimentares em conjunto com sua reconstrução a partir de processos de participação social, pode amparar a construção de práticas alimentares saudáveis adotadas de forma coletiva, promovendo assim a SAN ao não se restringir à culpabilização individual de hábitos alimentares inadequados (RIGON, BEZERRA, 2014).

O histórico da EAN no Brasil, de forma mais oficial nos parâmetros legais e políticos, faz referência a década de 1930. Neste período as estratégias de EAN focalizavam os trabalhadores formalmente inseridos no mercado de trabalho e suas famílias, particularmente os dos extratos de renda mais baixa, contudo, eram desconsiderados seus hábitos alimentares. Entre as décadas de 1970 e 1980 com a expansão da monocultura de soja, o consumo deste grão e seus derivados foi

estimulado, mesmo que esse alimento não fizesse parte da cultura alimentar local, demonstrando que os interesses financeiros também influenciam as ações políticas de promoção da saúde (BRASIL, 2012).

Diante desse cenário na década de 1990, a EAN como disciplina e política pública possuía pouco valor. Contudo, com o aumento de evidências que apontavam os hábitos alimentares como fatores determinantes das doenças crônicas, a EAN passou a ser gradativamente reconhecida como importante estratégia para a construção de hábitos alimentares saudáveis. A partir da mudança paradigmática do entendimento do conceito de saúde gestado durante o Movimento da Reforma Sanitária Brasileira, o termo “promoção de práticas alimentares saudáveis” passa a integrar documentos oficiais brasileiros, agregando a preocupação com outros aspectos que influenciam o comportamento alimentar para além dos aspectos exclusivamente biológicos (BRASIL, 2012).

Os anos 2000 constituem o período de maior fortalecimento da EAN no Brasil. No início da década, a proposição e posterior implementação do Programa Fome Zero (PFZ) marcará a história nacional da EAN com sua proposta de difusão de conteúdos sobre educação alimentar e para o consumo, na grade curricular do ensino fundamental. A partir de 2003, o fortalecimento da EAN continuará a ser impulsionado com sua integração em iniciativas como restaurantes populares, bancos de alimentos, equipes de Atenção Básica de Saúde, no Programa de Alimentação do Trabalhador (PAT) e no Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE). Todavia, somente a partir da elaboração e publicação do Marco de Referência de EAN para as Políticas Públicas, documento normativo interinstitucional publicado pelo Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome em 2012, a EAN passará a oficial e legalmente a constituir um espaço institucional (BRASIL, 2012).

O Marco define EAN no contexto da realização do Direito Humano à Alimentação Adequada e da garantia da SAN, como:

um campo de conhecimento e de prática contínua e permanente, transdisciplinar, intersetorial e multiprofissional que visa promover a prática autônoma e voluntária de hábitos alimentares saudáveis. A prática da EAN deve fazer uso de abordagens e recursos educacionais problematizadores e ativos que favoreçam o diálogo junto a indivíduos e grupos populacionais, considerando todas as fases do curso da vida, etapas do sistema alimentar e as interações e significados que compõem o comportamento alimentar (BRASIL, 2012).

A Lei 11.346 de 15 de setembro de 2006 trouxe anteriormente em seu texto, dois conceitos importantes para o entendimento do que é a EAN, a Alimentação Adequada e a SAN:

a alimentação adequada é direito fundamental do ser humano, inerente à dignidade da pessoa humana e indispensável à realização dos direitos consagrados na Constituição Federal, devendo o poder público adotar as políticas e ações que se façam necessárias para promover e garantir a segurança alimentar e nutricional da população (BRASIL, 2006).

A segurança alimentar e nutricional consiste na realização do direito de todos ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em

quantidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais, tendo como base práticas alimentares promotoras de saúde que respeitem a diversidade cultural e que sejam ambiental, cultural, econômica e socialmente sustentáveis (BRASIL, 2006).

A partir do entendimento destes conceitos é possível perceber que a materialização da EAN envolve a articulação de diversos órgãos e setores da sociedade, possibilitando a interação entre conhecimento de diversas áreas de saberes. Além disso, a integração de peculiaridades, culturas, saberes e histórias dos indivíduos e de seus grupos pode potencializar a participação em processos decisórios de forma geral, devido, sobretudo, à consciência da importância da autoresponsabilização e do autocuidado. Para tanto, é necessário um processo educativo duradouro, contínuo e ativo de interação entre pessoas e comunidades e do entendimento dos sistemas alimentares, desde o acesso à terra, à água, e aos meios de produção para a seleção consciente e saudável do alimento e do seu preparo (BEZERRA, 2018).

### **Políticas de educação alimentar e nutricional e Agroecologia**

A EAN têm se destacado como estratégia primordial para o enfrentamento dos problemas relacionados à alimentação e à nutrição, tanto referentes ao excesso quanto ao déficit, ou ambos, com atuação no campo da SAN e da Promoção da Saúde (BRASIL, 2012).

Nesse sentido, o Marco de Referência de EAN para as Políticas Públicas é um documento que compreende conceitos, princípios e diretrizes com o objetivo de proporcionar reflexão e orientação, dentro do campo da EAN, mais amplos e qualificados, e assim, poder auxiliar na prevenção e no controle de doenças de relevância epidemiológica, como as Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT), bem como as deficiências nutricionais (BRASIL, 2012).

Considerando a intersetorialidade da EAN, no âmbito das políticas públicas, são apresentados no documento nove princípios norteadores para a sua prática:

1. Sustentabilidade social, ambiental e econômica;
2. Abordagem do sistema alimentar, na sua integralidade;
3. Valorização da cultura alimentar local e respeito à diversidade de opiniões e perspectivas, considerando a legitimidade dos saberes de diferentes naturezas;
4. A comida e o alimento como referências, valorização da culinária enquanto prática emancipatória;
5. A Promoção do autocuidado e da autonomia;
6. A Educação enquanto processo permanente e gerador de autonomia e participação ativa e informada dos sujeitos;
7. A diversidade nos cenários de prática;
8. Intersetorialidade;
9. Planejamento, avaliação e monitoramento das ações.

Esses princípios englobam aspectos sobre a valorização da cultura alimentar, o fortalecimento de hábitos regionais, com estímulo à agricultura familiar e da economia

local, a redução do desperdício de alimentos, a promoção do consumo sustentável e da alimentação saudável (BRASIL, 2012).

Para Martinelli e Cavalli (2019), uma alimentação saudável deve agregar a dimensão da sustentabilidade, contemplando um sistema alimentar economicamente viável, ambientalmente sustentável e socialmente justo. Em 2010, a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) publicou um documento intitulado “Dietas sustentáveis e biodiversidade: direções e soluções para política, pesquisa e ação” (FAO, 2010). Nesse documento as dietas sustentáveis são definidas como aquelas que possuem baixo impacto ambiental, que contribuem para a SAN e à vida saudável para as gerações presentes e futuras.

Ainda sobre esse documento, a proteção e o respeito à biodiversidade e aos ecossistemas são apontados como a “chave” para a produção e consumo sustentáveis de alimentos. Assim é possível garantir a segurança e a qualidade alimentar. Para tanto, os sistemas alimentares devem basear-se na produção de alimentos agroecológicos, valorizando a produção e consumo na forma de circuitos curtos, baixo processamento e refinamento de alimentos, incluindo habilidades culinárias, bem como o uso apropriado de ferramentas tecnológicas recentes (FAO, 2010; MARTINELLI, CAVALLI, 2019).

Nessa perspectiva, o consumo de alimentos ultraprocessados estão associados a uma dieta não saudável e a várias doenças crônicas não transmissíveis, como a obesidade. A pesquisa de Orçamento Familiar 2008-2009 (POF) descreveu o preocupante panorama do excesso de peso no país, com prevalências de 48 % entre mulheres e 50,1 % entre homens (BRASIL 2011).

Como um dos caminhos para o enfrentamento desta situação, o Ministério da Saúde publicou em 2014 o Guia Alimentar para a População Brasileira, estratégia fundamental na promoção da alimentação adequada, saudável e sustentável (BRASIL, 2014).

O Guia Alimentar para a População Brasileira é um documento oficial que ampara as ações de EAN no âmbito do Sistema Único de Saúde e em diversos outros setores. Baseando-se no direito à saúde e à alimentação adequada e saudável, o documento é um instrumento pedagógico que analisa o delineamento de práticas alimentares à luz dos determinantes sociais, econômicos, culturais e éticos, individuais e coletivos, visando à prevenção de doenças crônicas não transmissíveis e infecciosas, além das deficiências nutricionais. Os princípios que orientam o Guia vão ao encontro dos princípios do Marco de Referência da EAN, por considerarem a alimentação mais do que o ato de nutrir-se, mas uma ação social determinada por diversos fatores influenciados pelas características individuais e sociais. Como principal estratégia, o documento incentiva a utilização de produtos *in natura* para o enfrentamento do panorama mundial de aumento do consumo de alimentos processados e do conseqüente avanço das doenças crônicas não transmissíveis (BRASIL, 2014; BEZERRA, 2018).

O Guia não traz padronização ou receitas, mas discute a necessidade de um sistema alimentar social, que envolva alimentos amplamente consumidos pela população, que respeitem a cultura alimentar e a regionalização, orientando a redução do consumo de grupos de alimentos que possam causar mais danos à saúde e aumentando aqueles que favorecem a saúde e acrescentem sabor aos alimentos. Considera ainda as dificuldades referentes a informação, oferta, custo, habilidades culinárias, tempo e publicidade, deixando claro que alguns dos problemas podem ser solucionados a nível individual ou de coletividade, mas que outras exigem a intervenção

do poder público para providenciar o pleno exercício da cidadania (BRASIL, 2014; BEZERRA, 2018).

Um dos grandes méritos deste documento é justamente pensar a alimentação adequada como subproduto de um sistema alimentar social e ambientalmente saudável, considerando que a produção e distribuição dos alimentos não deveriam causar impactos negativos ao ambiente, mas sim integrar um rol de ações e políticas que promovam desenvolvimento econômico sustentável. Para isso, a alimentação e nutrição envolvem tanto o conhecimento científico como o saber popular, necessitando de profissionais que integrem em sua prática à interação de vários saberes em ações transdisciplinares (BRASIL, 2014; BEZERRA, 2018).

Além de desestimular o consumo de alimentos ultraprocessados, o Guia incentiva a aquisição de alimentos cultivados localmente e se possível diretamente com o produtor, conhecendo a forma de produção, com incentivo ao manejo agroecológico e preferencialmente que comercializem alimentos *in natura* ou minimamente processados. Assim, o Guia constitui um instrumento para apoiar ações de EAN, bem como para subsidiar políticas, programas e ações que visem a promover a saúde e a SAN da população de forma intersetorial (BRASIL, 2014).

Apesar da importância e de toda descrição teórica desses documentos, as práticas em EAN têm sido propostas em modelos educacionais prescritivos ou baseados na pedagogia tradicional ou na pedagogia renovada associada às estratégias pedagógicas tradicionais. Entretanto, tais modelos educacionais têm se mostrado ineficientes na tradução do conceito de EAN em toda sua totalidade e no estímulo à autonomia das populações e individualidades (BEZERRA, 2018).

A partir da década de 2000 essas práticas passaram a ser questionadas e novas orientações pedagógicas surgiram como resposta, enfocando mais amplamente metodologias ativas, dialógicas e que considerem o contexto histórico, fatores sociais e culturais do indivíduo relacionadas à alimentação. Nesta nova forma pedagógica de atuar, a autonomia e espontaneidade dos sujeitos sociais (BEZERRA, 2018) são consideradas de suma importância para o processo de transformação do espaço social alimentar.

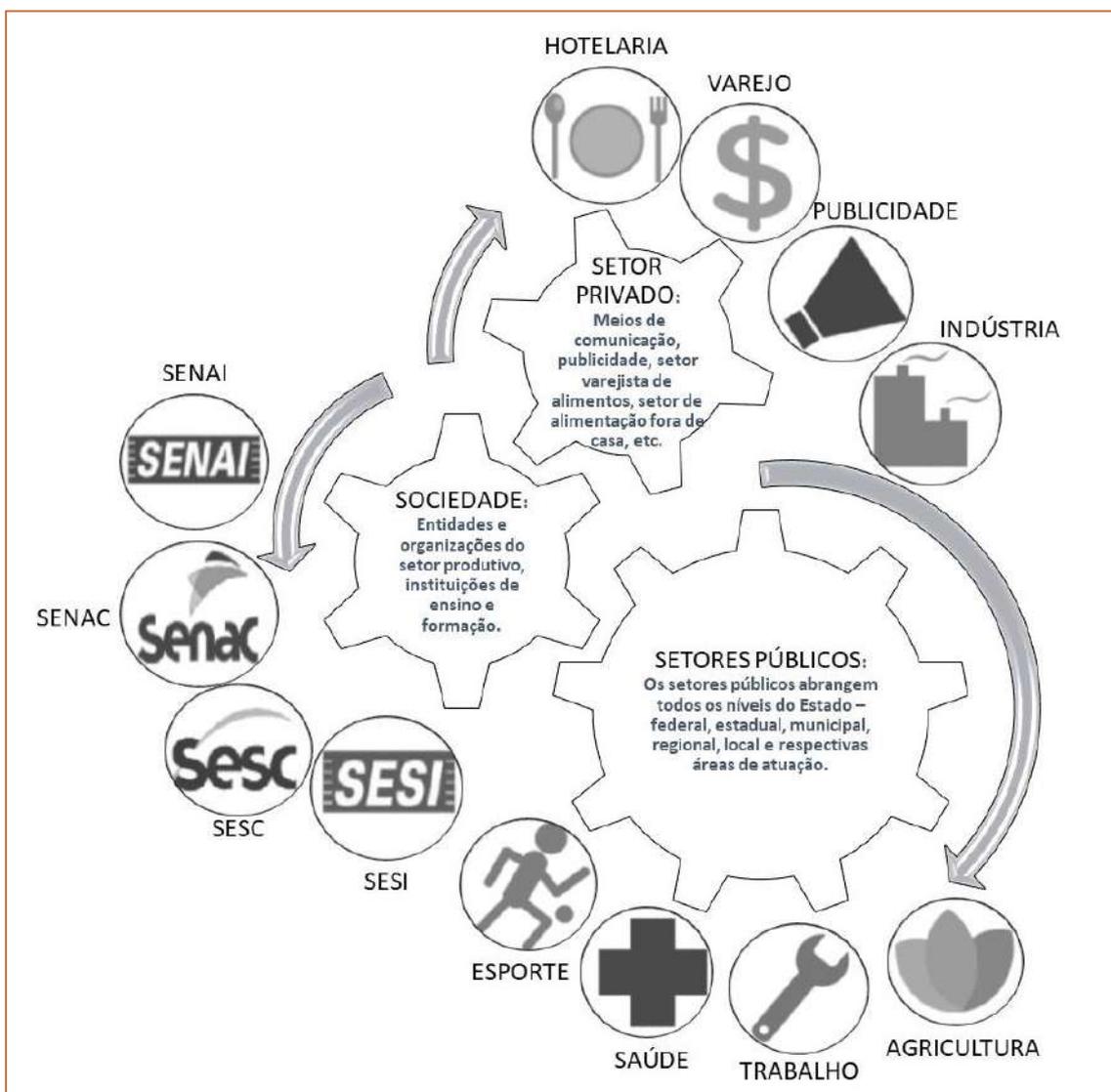
Todavia, considera-se que as ações de EAN devem ser inseridas de forma integrada, contínua e contextualizada na agenda das políticas públicas para que atinjam os seus objetivos de forma concreta, realmente incentivando e facilitando escolhas saudáveis que não reproduzam a fragmentação observada nos programas ainda vigentes (PADRÃO, AGUIAR, BARÃO, 2017). Para tanto, faz-se necessário uma mudança de postura institucional, com modificações inclusive no sistema alimentar e em todas as etapas da cadeia produtiva, para que sejam minimizados os danos sociais, econômicos e ambientais dos modelos vigentes. Só assim seria realmente possível garantir políticas públicas que incentivem e facilitem as escolhas alimentares saudáveis e sustentáveis (MARTINELLI, CAVALLI, 2019; PADRÃO, AGUIAR, BARÃO, 2017).

### **Educação Alimentar e Nutricional: elementos essenciais para a construção de uma prática alimentar sustentável**

Para tal propósito, Ribeiro, Jaime e Ventura (2017) consideram que a EAN deve abordar o sistema alimentar na sua integralidade, utilizando de todos os espaços, parcerias, articulação intra e intersetorial, de forma a contemplar todas as dimensões do

sistema e contribuir para que os indivíduos e grupos façam escolhas conscientes de consumo. Tais escolhas devem interferir nas outras etapas do sistema alimentar, contribuindo para a sustentabilidade social, ambiental e econômica.

A EAN requer a articulação intra e intersectorial e a parceria com diferentes segmentos da sociedade. Por isso, são indicados espaços e setores que devem ser envolvidos com esse compromisso, a saber: setores público e privado, sociedades, organizações e associações, como apresentado na Figura 1.



**Fonte:** Adaptado de BEZERRA, J. A. B. Educação Alimentar e Nutricional: articulação de saberes. Fortaleza: Edições UFC, 2018.

**Figura 1.** Espaços sociais e setores a serem envolvidos com a Educação Alimentar e Nutricional.

O diálogo com a sustentabilidade é fundamental, tanto para a reflexão como para a prática de EAN. O conceito de EAN afirma que sua prática deve fazer uso de abordagens e recursos educacionais problematizadores e ativos que favoreçam o diálogo junto a indivíduos e grupos populacionais, considerando todas as fases do curso da vida, etapas do sistema alimentar e as interações e significados que compõem o comportamento alimentar (BRASIL, 2012). Como reflexão, vale ressaltar que muito se fala sobre a sustentabilidade ecológica e ambiental, aspectos importantíssimos da

sustentabilidade, porém, não são aspectos únicos ou isolados. Ribeiro, Jaime e Ventura (2017) consideram também muito necessário dialogar sobre os aspectos culturais, sociais e econômicos da sustentabilidade do sistema alimentar.

Nesse sentido, somente é possível pensar em soluções permanentes e justas de problemas alimentares, incluindo a sustentabilidade, quando há inclusão social e econômica que garanta o acesso pleno ao alimento em quantidade e qualidade adequadas e de forma permanente, como determina o marco legal brasileiro de SAN. Como planejar mudanças alimentares de grupos populacionais que se encontram mergulhados numa situação de insegurança alimentar e de marginalizados socialmente? Eis o desafio da justiça social assim como da sustentabilidade.

Do ponto de vista teórico-metodológico, a EAN, segundo Santos (2012), deve assumir uma perspectiva da educação popular cunhada no pensamento de Paulo Freire, ou seja, enfatizada na dialogicidade e na autonomia do sujeito, associando contribuições da pedagogia construtivista. Assim, as atividades de EAN devem recorrer ao enfoque da problematização, contrapondo aos métodos tradicionais baseados apenas em técnicas expositivas. Estas, geralmente persistem em indicar, de forma direta, o que deve e o que não deve ser feito, o que se deve ou não comer desconsiderando a dimensão subjetiva e cultural do ato de alimentar-se, bem como as condições objetivas de seus destinatários para colocarem em prática seus padrões sobre alimentação saudável (LIMA, 2014; SOUZA, 2018).

A problematização visa promover uma prática reflexiva dos sujeitos sobre si e sobre as questões pertinentes às suas práticas alimentares, sua relação com a sustentabilidade do ambiente e com os recursos que o cercam. A Pedagogia Dialógica ou Pedagogia de Paulo Freire reúne os fundamentos e pressupostos mais adequados para condução de ações de EAN nesta perspectiva problematizadora, dialógica e ativa, fornecendo, ao nutricionista e aos profissionais e atores envolvidos nesta discussão, uma fundamentação pedagógica que o auxilie na superação do modelo que ainda é marcado pelas práticas tradicionais, prescritivas, autoritárias e passivas em EAN (BEZERRA, 2018).

O diálogo entre os diversos saberes: saber científico, cultura popular e saber técnico é uma consideração importante para construir uma EAN de forma que tanto a formação profissional, a criação e desenvolvimento de materiais pedagógicos, técnicos e/ou informativos, abordem o conceito de alimentação em sua complexidade (SILVA, FONSECA, 2009; BEZERRA, 2018). Isto é, vislumbrar que a alimentação expressa a ingestão de alimentos para nutrição do corpo, porém está carregada de valores, representações e subjetividade e é influenciada por determinações históricas (BEZERRA, 2018). Esta subjetividade também contribui para a percepção do indivíduo como parte do meio em que ele vive, elo da cadeia (in)sustentável do meio ambiente.

Os discursos sobre a problematização da EAN têm avançado no sentido de mudar abordagens teórico-metodológicas empregadas, no entanto, Santos (2012) ressalta a importância desses avanços refletirem da mesma maneira sobre as práticas cotidianas desenvolvidas pelos profissionais no campo da EAN. Lembrando a frase de Paulo Freire, do livro *Pedagogia da Autonomia*,

“de nada adianta o discurso competente se a ação pedagógica é impermeável a mudanças” (FREIRE, 1996),

este é um desafio que nos impõe a pensar, pois um material qualificado pode não ser bem utilizado se não houver formação educativa apropriada dos sujeitos que o utilizam.

Faz-se necessário, então, o uso de um conjunto de técnicas que possam facilitar o entendimento destas condutas, sendo imprescindível a participação dos atores envolvidos, bem como valorização e respeito às características locais, não somente na identificação dos problemas, mas também de proposição de soluções (FANZO *et al.*, 2015).

Consideramos que a formulação de uma proposta educativa esteja respaldada em quatro elementos principais: fundamentação pedagógica, planejamento, competências (técnicas e socio-afetivas) e métodos (aprendizagem e avaliação). Estes elementos estão interconectados e se auto-influenciam (Quadro 1).

**Quadro 1.** Elementos chaves, temáticas e questões instrucionais para a construção de uma proposta educativa de EAN em interface com a Agroecologia.

ELEMENTOS	CARACTERÍSTICAS
<b>Fundamentação pedagógica</b>	Aprendizagem significativa; construção do pensamento crítico -reflexivo; escola reflexiva.
<b>Planejamento</b>	Clareza, capacitação e conexão entre os membros da equipe, gestão do tempo, encontros regulares com a equipe de trabalho, integração da comunidade.
<b>Competências</b>	Cognitivas, socio afetivas, tecnológicas, metacognitivas que estimulem a reflexão, crítica e criatividade, solidariedade e conexão essenciais para o processo de transformação do eu, do outro, e do espaço coletivo.
<b>Métodos</b>	Metodologias ativas e participativas para o processo de ensino-aprendizagem e avaliação e elaboração dos próximos passos.
<b>TEMÁTICAS AGROECOLÓGICAS DE INTERFACE COM EAN</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Relações sociais de produção</li> <li>- Equidade</li> <li>- Segurança alimentar</li> <li>- Culinária</li> <li>- Qualidade de vida</li> <li>- Autoconsumo</li> <li>- Sustentabilidade</li> <li>- Participação social</li> <li>- Diálogo saber científico/saberes cotidianos</li> </ul>	
<b>QUESTÕES INSTRUCIONAIS (do pensar ao fazer)</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Produção de alimentos orgânicos</li> <li>- Hortas rurais e urbanas (incluindo plantas medicinais)</li> <li>- Resgate de alimentos não convencionais</li> <li>- Manejo agroecológico de pragas e doenças</li> <li>- Gestão do sistema de produção agroecológica</li> <li>- Avaliação de resultados socioeconômicos e ambientais</li> </ul>	

A escolha da fundamentação pedagógica faz uma grande diferença para elaboração das práticas educativas. É a partir dela que o processo de consolidação da aprendizagem se dará e acreditamos, que na perspectiva da EAN como estratégia de transformação e de construção de um sistema alimentar sustentável as propostas pedagógicas que fomentem uma aprendizagem significativa, sejam as mais relevantes no processo de aprendizagem. Assim, valorizamos o conhecimento prévio (crenças alimentares, desejo objetivos que permeiam as escolhas, modos de produção agrícola tradicionais, uso de pesticidas) que os sujeitos trazem, incorporando a aspectos novos, apresentados por meio de problematizações e reflexões, ainda não realizadas pelos sujeitos ou comunidades.

Pelizari *et al.* (2002) apontam que a aprendizagem é muito mais significativa, de acordo com Ausubel, à medida que o novo conteúdo é incorporado às estruturas de conhecimento dos sujeitos e adquire significado para ele a partir da relação com seu conhecimento prévio. Ao contrário, ela se torna mecânica ou repetitiva, uma vez que se produziu menos essa incorporação e atribuição de significado, e o novo conteúdo passa a ser armazenado isoladamente ou por meio de associações arbitrárias na estrutura cognitiva. E acreditamos ainda que promover o pensamento crítico e reflexivo, bem como o estímulo a criatividade, especialmente neste contexto de degradação ambiental, aumento expansivo da má nutrição, nos possibilita construir estratégias coletivas e mais sustentáveis dos modos de produção e consumo de alimentos.

Segundo Coll *et al.* (2004): “para a concepção construtivista, aprendemos quando somos capazes de elaborar uma representação pessoal sobre um objeto da realidade ou conteúdo que pretendemos aprender. Essa elaboração implica aproximar-se de tal objeto ou conteúdo com a finalidade de apreendê-lo; não se trata de uma aproximação vazia, a partir do nada, mas a partir das experiências, interesses e conhecimentos prévios que, presumivelmente, possam dar conta da novidade”.

Destacamos que antes mesmo de iniciar as programações, planejamentos e etapas do processo de ensino-aprendizagem, a fundamentação pedagógica precisa ser discutida e compreendida entre todos os membros da equipe de trabalho. É por ela e por meio dela que os paradigmas educativos e sociais serão apresentados e refletidos para, a partir daí, surgirem os elementos (técnicos, sociais e afetivos) que podem fomentar o processo de transformação.

Segundo Alarcão (2001), uma escola reflexiva é uma escola que pensa e avalia seu projeto educativo, é uma organização aprendente que qualifica além dos que nela estudam também os que nela ensinam, bem como a comunidade que dela faz parte, quer seja acadêmica, quer seja a sociedade e as instituições locais. “Uma escola reflexiva, pressupõe uma comunidade de sujeitos na qual o desenvolvimento das relações pessoais no seu sentido mais autêntico e genuíno, deverá estar no centro das atitudes, dos conhecimentos e da comunicação. (...) visto que, a flexibilidade é um atributo próprio da pessoa, como espaço aberto que possibilita, a vinda das coisas, dos objetos e dos outros sujeitos, à presença no ato da sua apresentação e representação.

Por isto são necessários agentes inteligentes, responsáveis e livres, sujeitos-pessoa, professores, alunos e demais agentes educativos, reflexivos em uma escola reflexiva (Alarcão, 2001, p. 31).

As competências seriam o ponto medular do processo de construção da prática educativa. Elas guiam e conduzem as etapas. É por meio delas que os métodos são construídos e a equipe de trabalho se interconecta.

Assim, conforme apresentado por Lizarraga (2010), a organização das competências é composta por quatro grupos:

- **competências cognitivas:** as que se relacionam principalmente com o *sistema intelectual do ser humano* - sínteses, soluções de problemas, tomada de decisões, busca e gestão da informação, habilidades críticas e autocríticas, produção/criação de novas ideias, desenho e direção de projetos e espírito empreendedor e iniciativa;

- **competências sociais e afetivas:** as que se relacionam com a convivência com outras pessoas - o trabalho em grupo e em equipe, a colaboração, a empatia, a compaixão, a solidariedade, o domínio das emoções;

- **competências tecnológicas:** as que se relacionam com a busca e o manejo de informação por meio das tecnologias de informação e comunicação (TICS), com a geração e aplicação de conhecimento;

- **competências metacognitivas:** as que se relacionam com a consciência dos próprios processos cognitivos, a regulação da conduta - planejamento, monitorização e avaliação - o aprender a aprender, a aprendizagem autônoma e aplicação da aprendizagem.

O planejamento é outro aspecto de suma importância para sucesso das atividades educativas. Clareza nos objetivos, coerência com os aspectos metodológicos, conhecimento da comunidade, participação efetiva da comunidade no processo de planejamento, integração e capacitação da equipe de trabalho, são alguns dos aspectos do planejamento que não podem faltar. A eficácia de uma ação educativa depende de um processo de planejamento e capacitação dos recursos envolvidos (pessoais e institucionais), ou seja, bom preparo da equipe é imprescindível, sendo fator condicionante do sucesso de todo o processo (COTTA *et al.*, 2012; 2013; KLENOWSKI, 2007).

Na consideração dos métodos acreditamos que as metodologias ativas estejam coerentes com os apontamentos que trazemos neste capítulo. Conforme nos pontam Cotta e Costa (2016):

“metodologia ativa é uma concepção educativa, pedagógica que fomenta processos de ensino e aprendizagem crítico-reflexivos, no qual o educando participa e se compromete com seu aprendizado”.

De acordo com as autoras citando Diaz-Bornave e Pereira (2007), a metodologia ativa propõe a elaboração de situações de ensino-aprendizagem que promovam uma aproximação crítica dos sujeitos com a realidade e com o contexto; a reflexão sobre problemas que geram curiosidade e desafio; a disponibilização de recursos para pesquisar problemas e soluções; a identificação, organização e aplicação das soluções mais adequadas ao contexto. Determinados aspectos que se aplicam aos interesses das problemáticas em torno do Agroecologia e EAN.

A avaliação é um componente essencial do ato pedagógico e deve ser precedida pelo planejamento (estabelecimento de metas) e execução do planejamento. O ponto de partida para que se realize uma avaliação adequada é saber o que se quer com as ações pedagógicas, ou seja, saber onde se deseja chegar com a formação do educando (COTTA, COSTA, 2016; LUCKESI, 2011).

Avaliação, portanto, é um tema em pauta nas agendas de todos os agentes envolvidos no processo de educação. O que diverge é o referencial teórico-conceitual, a interpretação e como consequência, o uso que cada um faz dela. Nesta direção, a intencionalidade, consciente ou não, da avaliação está intrinsecamente ligada à concepção pedagógica (COTTA, COSTA, 2016).

Instrumentos de análise para avaliação e pesquisa no campo da EAN são um dos aspectos relevantes para o avanço dos métodos propostos, exigindo esforços da academia e dos atores que abraçam esta causa. O objeto de análise em sua complexidade reúne vários aspectos da ciência, sejam eles sociais, biológicos, psicológicos, culturais e técnicos, daí um dos desafios que o cerca. Acreditamos que reunir estes aspectos em modelos possíveis de serem transpostos em diversas realidades, contribuam para o desenvolvimento das discussões, reflexões, elaboração de estratégias políticas e ações neste campo.

Acrescentamos ainda que no processo de EAN a comunicação seja um aspecto chave para a reelaboração do pensamento reflexivo, dos paradigmas de dominação e das ações políticas neste campo. Assim, uma comunicação aberta a escuta, ao questionamento, que possibilite espaço para a dúvida, para os pensamentos diferentes e para as necessidades por traz de cada sentimento, possam nos possibilitar encontrar caminhos mais solidários e humanos na construção do processo de aprendizagem, fomentando a busca de um ambiente alimentar mais sustentável.

## Conclusão

Concluimos que a complexidade inerente ao fenômeno alimentar requer investimento em abordagens educativas progressistas, transversais e intersetoriais com a convocação de atores sociais afins, de forma transdisciplinar e interdisciplinar. Tal conjunção, além de incrementar a promoção de saúde como forma educativa, amplia a construção de valores tão necessários para a mudança de paradigmas e dos nossos modos de produção e consumo de alimentos. Desta forma, entende-se que tais processos educativos devem proporcionar a conexão com o alimento por intermédio de vivências multissensoriais, tendo como base a pressuposição de processos educativos que visem à construção da autonomia, construindo um sentimento de pertencimento ao "todo" e um compromisso com a sustentabilidade ambiental. Acreditamos ainda que a definição de elementos para a prática educativa auxilie os pensadores da EAN na construção de estratégias e instrumentos mais resolutivos e de interconexão com a Agroecologia, preenchendo as lacunas existentes neste campo de atuação e fortalecendo as políticas públicas de SAN.

## Referências

ALARCÃO, I. **Escola Reflexiva e nova racionalidade**. Porto Alegre: ARTMED Editora, 2001.

- BELIK, W. Perspectivas para segurança alimentar e nutricional no Brasil. **Saúde e Sociedade**, São Paulo, v. 12, n.1, p. 12–20, 2003.
- BEZERRA, J. A. B. **Educação alimentar e nutricional: articulação de saberes**. Fortaleza: Edições UFC, 2018.
- BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Pesquisa de orçamentos familiares (POF) 2008-2009** - Análise do consumo alimentar pessoal no Brasil. Rio de Janeiro, 2011.
- BRASIL. Lei nº 11.346, de 15 de setembro de 2006. **Cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional** – SISAN com vistas em assegurar o direito humano à alimentação adequada e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2006.
- BRASIL. Marco de referência de educação alimentar e nutricional para as políticas públicas. Brasília: **Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome**; 2012. Disponível em: [http://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/2017/03/marco\\_EAN.pdf](http://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/2017/03/marco_EAN.pdf). Acesso em: 20 novembro 2019.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Guia Alimentar para a População Brasileira**/Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica. 2. ed., Brasília: Ministério da Saúde, 2014.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Política Nacional de Alimentação e Nutrição**. Brasília, 2013.
- CAMPOS C. S. S.; CAMPOS, R. Soberania alimentar como alternativa ao agronegócio no Brasil. **Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales**, v. 11, n. 245, 2007.
- COLL, C. *et al.* **O construtivismo em sala de aula**. São Paulo: Ática, 2004.
- COTTA, R. M. M. *et al.* Construção de portfólios coletivos em currículos tradicionais: uma proposta inovadora de ensino-aprendizagem. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 17, n. 3, p. 787-796, 2012.
- COTTA, R. M. M.; COSTA, G. D. **Portfólio reflexivo**: método de ensino, aprendizagem e avaliação. Viçosa (MG): Ed. UFV, 2016.
- COTTA, R. M. M.; COSTA, G. D.; MENDONÇA E. T. Portfólio reflexivo: uma proposta de ensino e aprendizagem orientada por competências. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 18, n. 6, p. 1847-56, 2013.
- FANZO, J. *et al.* Educating and training a workforce for nutrition in a post-2015 world. **Advances Nutrition**, v. 6, n. 6, p. 639-47, 2015.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - FAO. **Sustainable diets and biodiversity - Directions and solutions for policy research and action**. p. 3–5 November, Headquarters, Rome, 2019. Disponível: <http://www.fao.org/3/a-i3004e.pdf>. Acesso em: 20 novembro 2019.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 54 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2016.

FREIRE P. **Pedagogia da Autonomia**. São Paulo: Paz e Terra; 1996.

FURTADO, A. C. G. F. S.; BEZERRA, I. Semeando a agroecologia e colhendo práticas alimentares saudáveis: um olhar sobre os faxinalenses. **Demetra: Alimentação, Nutrição & Saúde**, v. 9, n. 1, p.23-40, 2014.

KLENOWSKI, V. **Desarrollo de portafolios: para el aprendizaje y la evaluación**. Madrid: Narcea, S. A. de Ediciones, 2007.

LIMA. P. G. Uma leitura sobre Paulo Freire em três eixos articulados: o homem, a educação e uma janela para o mundo. **Pro-Posições**, v. 25, n. 3, p. 63-81, 2014.

LIZARRAGA M. L. S. A. **Competências cognitivas em educación superior**. Madrid: Narcea AS Ediciones, 2010.

LÖWEN SAHR, C. L.; CUNHA, L. A. G. O significado social e ecológico dos Faxinais: reflexões acerca de uma política agrária sustentável para a região da mata com araucária no Paraná. **Revista Emancipação**, v. 5, n. 1, p.89-104, 2005.

LUCKESI, C. **Avaliação da aprendizagem componente do ato pedagógico**. 1ed. São Paulo: Cortez, 2011.

MACHADO, R. L. A. **Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional, Conceitos**, 2017. Disponível em: <<http://www4.planalto.gov.br/consea/aceso-a-informacao/institucional/conceitos>>. Acesso em: 07 novembro 2019.

MALUF, R. S. *et al*. Nutrition-sensitive agriculture and the promotion of food and nutrition sovereignty and security in Brazil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 20, n. 8, p. 2303-2312, 2015.

MALUF, R. S. J. Direito humano à alimentação adequada e saudável. //: MALUF, R. S. J. **Segurança alimentar e nutricional**. 3.ed. Petrópolis: Vozes, 2011. p. 20-21.

MARTINELLI, S. S.; CAVALLI, S. B. Alimentação saudável e sustentável: uma revisão narrativa sobre desafios e perspectivas. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 24, n. 11, p. 4251-4261, 2019.

MEDEIROS, L. S. Latifúndio. *In*: CALDART, R. S. (Org.). **Dicionário de educação no campo**. 2. ed. Rio de Janeiro, São Paulo: Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio, Expressão Popular, p. 447-453, 2012.

PADRÃO, S. M.; AGUIAR, O. B.; BARÃO, G. D. O. D. Educação Alimentar E Nutricional: a defesa de uma perspectiva contra hegemônica e histórico-crítica para educação. **Demetra: Alimentação, Nutrição & Saúde**, v. 12, n. 3, p. 665-682, 2017.

PELIZZARI, A. *et al.* Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. **Revista PEC**, v. 2, n. 1, p. 37-42, 2002.

PROENÇA, R. P. C. Alimentação e globalização: algumas reflexões. **Ciência & Cultura**, v. 62, n. 4, p. 43-47, 2010.

RIBEIRO, H.; JAIME, P. C.; VENTURA, D. Alimentação e sustentabilidade. **Estudos Avançados**, v. 31, n. 89, p. 185-198, 2017.

RIBEIRO, S. M. *et al.* Agricultura urbana agroecológica - estratégia de promoção da saúde e segurança alimentar e nutricional. **Revista Brasileira em Promoção da Saúde**, v. 25, n. 3, p. 381-388, 2012.

RIGON, S. A.; BEZERRA, I. Segurança alimentar e nutricional, agricultura familiar e compras institucionais: desafios e potencialidades. **Demetra: Alimentação, Nutrição e Saúde**, v. 9, n. 2, p. 435-443, 2014.

SANTOS, L. A. S. O fazer educação alimentar e nutricional: algumas contribuições para reflexão. **Ciência e Saúde coletiva**, v. 17, n. 2, p. 453-462, 2012.

SILVA, E. C. R.; FONSECA, A. B. Abordagens pedagógicas em educação alimentar e nutricional em escolas no Brasil. **VII Encontro Nacional de Pesquisas em Educação e Ciências**, Florianópolis, 2009.

SOUZA, L. R.; BELIK, W. O planejamento da política de alimentação: uma análise a partir dos casos do México, Brasil e Peru. **Revista Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 19, n. 2, p. 111-129, 2012.

SOUZA, N. S. Por que Nutrição e sustentabilidade? *In*: JACOB, M. C. M. *et al.* **Caminhos para nutrição sustentável**: Reflexões do II Ciclo de Debates sobre Sistemas Alimentares Sustentáveis. 1. Ed. – Manaus – AM: Elucidare, 2018.

VALENTE, F. L. S. Segurança alimentar e nutricional: transformando natureza em gente. *In*: **Direito à alimentação: desafios e conquistas**. São Paulo, 2002. p. 103-136.

# CAPÍTULO 5

## PARCELAMENTO PARTICIPATIVO DE ASSENTAMENTOS DA REFORMA AGRÁRIA: AS FAMÍLIAS AGRICULTORAS COMO PROTAGONISTAS DO PLANEJAMENTO TERRITORIAL

Martin Meier, Arthur Telles Calegário, Alexandre Leandro Santos de Abreu e Fernanda Machado Ferreira

### Introdução

Atualmente existem no Brasil 9.261 assentamentos rurais que abarcam área de 56,6 milhões de hectares e abrigam cerca de 900 mil famílias beneficiárias (INCRA, 2019). Em Minas Gerais, onde encontram-se os assentamentos envolvidos neste trabalho, são 339 assentamentos, 15.675 famílias e área de 881,2 mil hectares (INCRA, 2019). A Reforma Agrária como política pública tem como objetivo promover a reestruturação do uso e posse de terras improdutivas em benefício dos trabalhadores rurais sem-terra, promovendo condições de moradia e produção para as famílias beneficiárias (BERGAMASCO, NORDER, 1996; PACHECO, 2009; INCRA, 2019), sendo gerenciada pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA).

Com a ampliação do número de assentamentos rurais nos últimos anos, as pesquisas orientadas à análise e planejamento dessas experiências aumentou, especialmente aquelas voltadas para as questões socioeconômicas. Dessa maneira, alguns desafios à implementação da reforma agrária brasileira são a capacidade operacional do INCRA frente à complexidade associada aos procedimentos de identificação, compra/indenização de propriedades e, além disso, os levantamentos socioambientais necessários ao planejamento territorial (FERREIRA, 2015).

Em relação ao planejamento territorial, Ferreira Neto *et al.* (2010), Ferreira (2015), Ferreira e Ferreira Neto (2017) ressaltam que o processo de parcelamento dos assentamentos rurais, na maioria das vezes, não leva em consideração critérios agrônômicos, desconsiderando questões relevantes como hidrografia, relevo e a capacidade de uso ou aptidão agrícola das terras, privilegiando a homogeneização do tamanho dos lotes e não sua capacidade produtiva, ocasionando, frequentemente, uma desigual distribuição dos recursos a serem usufruídos pelas famílias assentadas. Esse modelo de parcelamento é denominado na literatura como "*quadrados-burros*" (FERREIRA NETO *et al.*, 2010; FERREIRA, 2015; FERREIRA, FERREIRA NETO, 2017), termo utilizado para criticar a maneira como os assentamentos rurais são delimitados, geralmente quadrados ou retangulares, do mesmo tamanho para todas as famílias, independente de aspectos físicos ou produtivos.

Para contribuir com a planejamento territorial a partir de aspectos ambientais, econômicos e sociais, o parcelamento participativo em assentamentos

de reforma agrária apresenta-se como ferramenta fundamental, visto que coloca as famílias assentadas como protagonistas do planejamento acerca do seu território de vivência.

A partir da década de 1990, verificou-se uma ampliação das experiências de mapeamento com a participação de populações locais, bem como a diversificação das formas de representação espacial, sobretudo, a partir da emergência de novas tecnologias de informações geográficas. Este cenário deu lugar a um novo campo da representação cartográfica “onde se estabelecem relações entre linguagens representacionais e práticas territoriais, entre a legitimidade dos sujeitos da representação cartográfica e seus efeitos de poder sobre o território” (ACSELRAD, 2018). Isto é, a cartografia cartesiana e sua orientação empirista e positivista, geralmente a serviço do monopólio estatal, passa a ser questionada, dando espaço a novas formas e práticas de mapeamento, assim como a novos atores sociais que passam a serem protagonistas da representação do espaço em que vivem (COLI, 2010).

O envolvimento das comunidades com o mapeamento do território onde vivem vai além da simples retratação do espaço físico, sendo, pois, uma forma de afirmação dos seus modos de vida. Assim, a produção de mapas passou a integrar as lutas simbólicas de produção da paisagem e de seus elementos materiais. Por outro lado, o mapeamento participativo vem também se apresentando como estratégia de atores e profissionais que recorrem à participação de grupos para elaboração de mapas que auxiliem no planejamento e gestão no que se refere, por exemplo, ao ordenamento territorial, manejo dos recursos naturais, etc. (ACSELRAD, 2018).

Segundo Herlihy e Knapp (2003), o mapeamento participativo leva em consideração o conhecimento das populações locais acerca do espaço onde vivem, as quais são envolvidas diretamente no levantamento do uso da terra e das fronteiras de seus domínios, inserindo essas pessoas em modelos mais convencionais do conhecimento, isto é, uma mescla entre o conhecimento popular e o científico. As raízes metodológicas desse tipo de mapeamento estão ligadas à adoção de “metodologias de pesquisa colaborativa” e de “observação participativa” por parte das agências de desenvolvimento que, combinadas com tecnologias de informações geográficas, de sensoriamento remoto, cartografia, etc, foram adotadas também para a elaboração de mapas, dando origem a uma nova perspectiva de produção e utilização dos instrumentos de representação espacial (HERLIHY, KNAPP, 2003).

O mapeamento participativo pode empregar diferentes técnicas e tecnologias, desde as mais simples, como utilizar contornos de mapas oficiais existentes, como também técnicas de geomática, com a utilização de Global Positioning Systems (GPS) e de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) (ACSELRAD, 2018). Cabe ressaltar, no entanto, que embora essas técnicas permitam aos membros das comunidades decidir o que será retratado nos mapas, é essencial o auxílio de profissionais especialistas na área, pois a elaboração de mapas envolve questões técnicas importantes, como a escala e limitações legais do uso do solo, por exemplo.

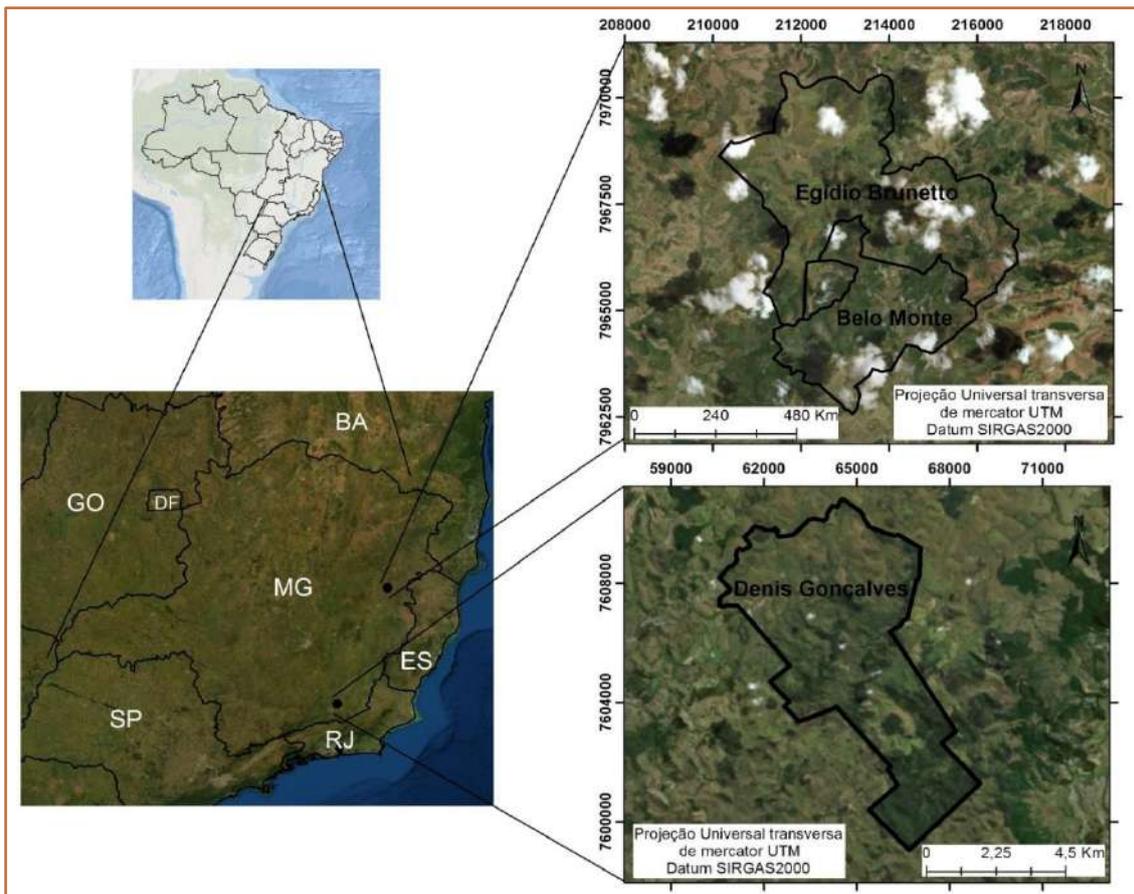
Com o intuito de contribuir com a discussão acerca do planejamento territorial de assentamentos rurais de reforma agrária, este capítulo apresenta os resultados dos parcelamentos participativos realizados em três assentamentos, em Minas Gerais: PA Dênis Gonçalves, PA Egídio Brunetto e PA Belo Monte. A metodologia adotada permitiu que as famílias assentadas participassem efetivamente do processo de tomada de decisões acerca do parcelamento desses assentamentos, possibilitando que as

reivindicações das comunidades diretamente interessadas, acerca do território e dos seus recursos, fossem elaboradas e interpretadas a partir do conhecimento local.

## Procedimentos Metodológicos

### *Caracterização da área de estudo*

As experiências de parcelamento participativo ocorreram em três assentamentos de Minas Gerais: PA Dênis Gonçalves, localizado na Zona da mata Mineira, PA Egídio Brunetto e PA Belo Monte, localizados na região do Vale do Rio Doce (Figura 1).



**Fonte:** ESRI, Garmin, GEBCO, NOAA NGDC, DigitalGlobe, GeoEye, EarthstarGeographics, CNES/Aibus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, usuário de SIG e acervo do GT.

**Figura 1.** Mapa de Localização dos Assentamentos Egídio Brunetto, Belo Monte e Dênis Gonçalves.

### *Assentamento Denis Gonçalves*

Localizado na Zona da Mata de Minas Gerais, a 287 quilômetros de Belo Horizonte, o Assentamento Denis Gonçalves possui área de 4.683,6 hectares (Figura 1). Ocupa terras pertencentes a quatro municípios: Goianá, Chácara, Coronel Pacheco e São João Nepomuceno, com cerca de 75 % da área e sede localizados no município de Goianá, cruzada pela Rodovia MG-353, que leva de Coronel Pacheco até Goianá.

A fazenda Fortaleza de Sant'Anna foi um imóvel produtor de café no segundo império, posse de família com grande influência política e pertencente ao círculo de amizades do imperador D. Pedro II. As estruturas de beneficiamento e armazenamento de café, a antiga serraria movida à água e o aqueduto que transportava a produção da serra aos grandes terreiros de secagem, ilustram a grande produção realizada na época (CORRÊA, COLOMBO, 2014).

Em 2010, a propriedade foi ocupada pelo Movimento dos Trabalhadores Sem-Terra (MST) e no mesmo ano declarada improdutivo pelo INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA (INCRA), sendo desapropriada em 2014 para constituição do Assentamento Denis Gonçalves. Em 2016 ocorreu a fase de parcelamento dos lotes com base no produto do INCRA de levantamento de dados e proposição de parcelamento.

O PA Denis Gonçalves se encontra em região de "muito alta" importância biológica, devido a presença de remanescentes significativos de Mata Atlântica, sob importantes pressões antrópicas como agricultura, extração vegetal e caça. Há recomendações específicas para que sejam feitos inventários e interesse em alocar Unidades de Conservação com esse objetivo (DRUMMOND, 2009).

Foi inclusive palco de disputa entre *stakeholders* distintos, interessados em: (1) elaborar projetos técnicos junto ao Fundo de Proteção à Biodiversidade com objetivo de formar uma Unidade de Conservação de Proteção Integral e/ou (2) tomba a fazenda como Patrimônio Cultural; e (3) constituir Assentamento de Reforma Agrária. Concretizou-se a última proposta.

### *Assentamentos Egídio Brunetto e Belo Monte*

Os Assentamentos Egídio Brunetto e Belo Monte estão localizados entre os municípios de Jampruca, Campanário e Pescador, na região do Vale do Rio Doce. Na Fazenda Lagoa do Belo foi criado o assentamento Belo Monte com 941 hectares e capacidade para 16 famílias, enquanto que o assentamento Egídio Brunetto foi criado na Fazenda Santa Helena, com 1.879 hectares e capacidade para 32 beneficiários da reforma agrária. Ambos imóveis foram declarados de interesse social em dezembro de 2011 e concedida a posse ao INCRA.

Os assentamentos localizam-se na região do médio rio Doce, no divisor de águas das bacias hidrográficas dos Rio rio Doce com o Rio São Mateus, na região da Bacia do Rio Suaçuí Grande. No relato de pessoas da região, a economia se baseava na exploração de pedras semi-preciosas como a turmalina, e, mais recentemente, pela pecuária leiteira. Possui importância biológica "muito alta", justificada pelo grande remanescente lótico do rio Doce e por ser abrigo de espécies ameaçadas. A principal pressão antrópica atual agropecuária extensiva é o assoreamento de rios devido a manejo inadequado das pastagens (DRUMMOND, 2009).

Os solos da região dos assentamentos Egídio Brunetto e Belo Monte, em sua ampla maioria, são Latossolos Vermelho-amarelos Distróficos, Argissolos Vermelho-amarelo Eutróficos e Cambissolos Distróficos, de textura média a arenosa, com abundante muita presença de micas, sendo bastante susceptíveis à erosão (DRUCKER *et al.*, 2017). Também contêm altos teores de sódio nos solos de baixada, de acordo com análise feita na área, indicando caráter solódico, com subsuperfície de mudança textural abrupta em profundidade, apresentando características de Planossolos, que podem influenciar muito no desenvolvimento da pecuária e da agricultura, dependendo do tipo de manejo que for adotado.

## **Análise e processamento dos dados**

### *Parcelamento do Assentamento Denis Gonçalves*

O parcelamento do PA Dênis Gonçalves foi realizado entre os meses de janeiro e maio de 2016, por demanda das famílias recém assentadas e deu-se especificamente na alocação dos lotes propostos no anteprojeto de parcelamento construído pelos técnicos do INCRA.

Para construção do anteprojeto de parcelamento da fazenda desapropriada, os técnicos do INCRA estiveram em campo para coleta de informações relacionadas a classes de uso do solo, aptidão agrícola, fragmentos florestais e áreas de preservação permanente. O método utilizado buscou a precisão na delimitação das feições ocorrentes no assentamento que, em conjunto com outras técnicas de mapeamento, gera informações importantes para o parcelamento.

Os dados gerados em campo serviram de base para o primeiro parcelamento apresentado às famílias, com divisão do assentamento em lotes que apresentavam tamanhos variados, com fração mínima próxima de 7 hectares. Tal proposta baseou-se no potencial de comercialização da região e o potencial de produção de hortaliças, com polos consumidores próximos ao assentamento, como o município de Juiz de Fora.

Porém, o desejo das famílias assentadas e o histórico produtivo da região não convergiam com o projeto. Adicionalmente, o módulo fiscal<sup>1</sup> dos municípios abrangidos pelo assentamento tem média de 25,5 hectares, o que tornava mais contraditória a proposta de lotes muito reduzidos. A primeira versão do parcelamento não foi aceita e os técnicos do INCRA retornaram para o órgão com compromisso de adequação do mapeamento.

A segunda proposta foi aprovada pelas famílias e o Grupo de Trabalho (GT) e durante dez semanas, com base no anteprojeto elaborado pelo INCRA, contribuiu na alocação dos lotes em campo. O trabalho consistiu na importação dos dados (pontos e polígonos) do anteprojeto de parcelamento para GPS de navegação, modelo Garmin GPSMAP 64S, e caminhamento na busca por pontos nas divisas e vértices dos lotes, demonstrando os limites da área para cada família assentada. O mapa disponibilizado pelo INCRA continha os limites de cada lote, as Áreas de Preservação Permanente, delimitadas segundo os critérios estabelecidos pela Lei de Proteção da Vegetação Nativa

---

<sup>1</sup> O conceito de módulo fiscal é apresentado na Lei nº 6.746/1979, seu valor é determinado para cada município, segundo suas características, e representa a área mínima necessária para que uma unidade produtiva tenha viabilidade econômica (EMBRAPA, 2019).

(Lei Federal Nº 12.651/2012) e a Lei Florestal Mineira (BRASIL, 2013), as áreas coletivas, como as estruturas remanescentes da antiga fazenda, e os fragmentos florestais de Mata Atlântica de preservação obrigatória (BRASIL, 2006).

O trabalho de campo possibilitou às famílias opinarem em relação aos lotes, propondo adequações às divisas e melhorias no mapeamento. A metodologia de separação das áreas úteis e áreas de uso restrito possibilitou o esclarecimento da legislação de proteção da vegetação nativa, sua importância e limitações. As reflexões construídas foram sistematizadas, sendo gerado um relatório ao final para aprimoramento da divisão do assentamento.

As reflexões e a experiência adquiridas com o trabalho no PA Dênis Gonçalves, inspirou o MST e as famílias dos assentamentos Egídio Brunetto e Belo Monte a demandarem do GT a construção do anteprojeto de parcelamento destes assentamentos, porém, partindo desde o princípio do levantamento ambiental e da capacidade de uso (AB'SABER, 1975; BRADY, WEIL, 2012; RESENDE *et al.*, 2014; LEPSCH *et al.*, 2015), para em seguida, juntamente com as famílias, elaborarem o anteprojeto de parcelamento, numa perspectiva de construção do conhecimento e cartografia social (ACSELRAD, 2018; COLI, 2010).

#### *Parcelamento do Assentamento Egídio Brunetto e Belo Monte*

Ao passo que o parcelamento dos lotes no PA Denis Gonçalves foi realizado pelo grupo com base em anteprojeto elaborado pelo INCRA, desenvolvido com metodologias, segundo as famílias, pouco inclusivas e claras, no médio Doce, prezou-se pela participação massiva das famílias nas etapas de levantamento de informações, no mapeamento *per si* e também no ajuste final. Após a construção cartográfica, as ações subsequentes seguiram a metodologia que construiu-se na primeira experiência, o que demonstrou funcionalidade ao ser prontamente acolhido pelas famílias, que participaram ativamente dos processos.

Nos PA Belo Monte e Egídio Brunetto foram realizados diagnósticos participativos (mapeamento social) que objetivaram identificar como os assentados reconheciam seus espaços territoriais, as relações sociais e os anseios em relação ao parcelamento a ser realizado (Figura 2). A partir desse diagnóstico, foi delineada a metodologia de trabalho para levantamento de dados primários, como a marcação do limite do assentamento, identificação de nascentes e cursos d'água, o qual permitiu o aprofundamento no conhecimento do território na perspectiva de solos, coberturas associadas e disponibilidade hídrica.

As incursões em campo duraram quinze dias e foram realizadas em conjunto com grupos de assentados, os quais se alternavam no acompanhamento dos técnicos. Esse momento foi de grande importância visto que permitiu a troca de conhecimento, principalmente em relação à interpretação prática do mapa utilizado pelos técnicos para localização em campo, permitindo uma aproximação dos olhares. Permitiu ainda, aprofundar a dinâmica social e as necessidades dos assentados em relação ao parcelamento a ser realizado.



Fonte: Acervo do GT.

**Figura 2.** Diagnóstico participativo nos PAs Belo Monte e Egídio Brunetto.

Como principais observações foram constatadas a elevada presença de voçorocas nas cabeceiras de drenagem (barrocas), as quais estendem-se pelos leitos dos cursos d'água, caracterizados por apresentarem regime hídrico intermitente e, por vezes, efêmeros (Figura 3). Tais características justificam-se pela distribuição espacial dos solos predominantes na região, associado ao histórico de manejo agropecuário e regime climatológico [balanço hídrico de 340 mm e precipitação de 1064 mm (ABATZOGLOU *et al.*, 2018)]. Em relação aos aspectos sociais, foi relatado o desejo de arranjo em lotes individuais.

Esses dois aspectos, fundamentalmente, nortearam a divisão dos lotes, sendo consenso que as voçorocas, leitos de drenagem e acidentes geográficos naturais, seriam utilizados como divisores de lotes. Os aspectos do relevo foram pactuados, sendo que quanto menor a área plana, maior deveria ser a área do lote. Além disso, foi consensuado que os lotes deveriam ser divididos em forma retangular, para facilitar o cercamento, que todos deveriam ter acesso à rede de drenagem, mesmo que essas apresentem caráter efêmero, que lotes mais afastados das estradas principais seriam contemplados com maior área e que o processo de escolha dos lotes daria-se posteriormente à demarcação dos mesmos, visando a otimização qualitativa e quantitativa sobre a ótica de todos envolvidos. Por fim, considerou-se que terras destinadas à reserva legal seriam de uso coletivo, enquanto que as áreas de preservação permanente hídricas (APPs) seriam contempladas dentro dos lotes individuais, sendo responsabilidade de cada família o atendimento aos requisitos legais.



**Fonte:** Acervo do GT.

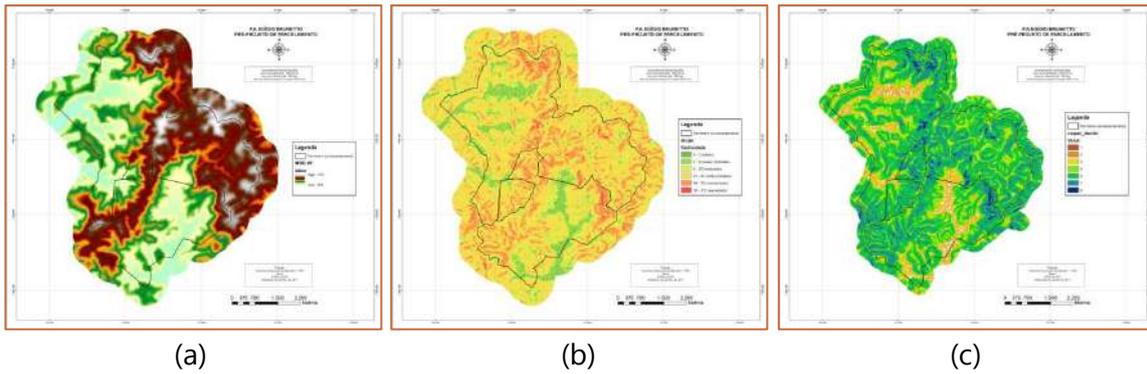
**Figura 3.** Barrocas e leitões dos cursos d'água nos PAs Belo Monte e Egídio Brunetto.

Considerando que o órgão responsável pelo parcelamento dos assentamentos de reforma agrária é o INCRA, deixou-se claro que o projeto apresentado tratava-se de um pré-parcelamento, o qual seria apresentado ao órgão assim que o processo de parcelamento oficial tivesse seu início nos assentamentos e que os técnicos responsáveis dariam todo apoio necessário no diálogo entre assentados e INCRA.

Como resultados da coleta de dados primários, obteve-se os limites dos assentamentos, hidrografia, nascentes e estradas não-pavimentadas. Como dados secundários, teve-se modelo digital de elevação SRTM, mapa de solos, mapas de parcelamentos de assentamento da região (Ferreira Neto, 2010) e imagens de satélite (Google Earth).

A partir do processamento dos dados levantados, confeccionou-se mapa de declividade, APPs hídricas e capacidade de uso da terra (Figura 4). Os mapas de outros assentamentos da região foram utilizados para referenciar o trabalho, enquanto que as imagens do Google Earth foram utilizadas para auxiliar na interpretação visual dos usos e coberturas.

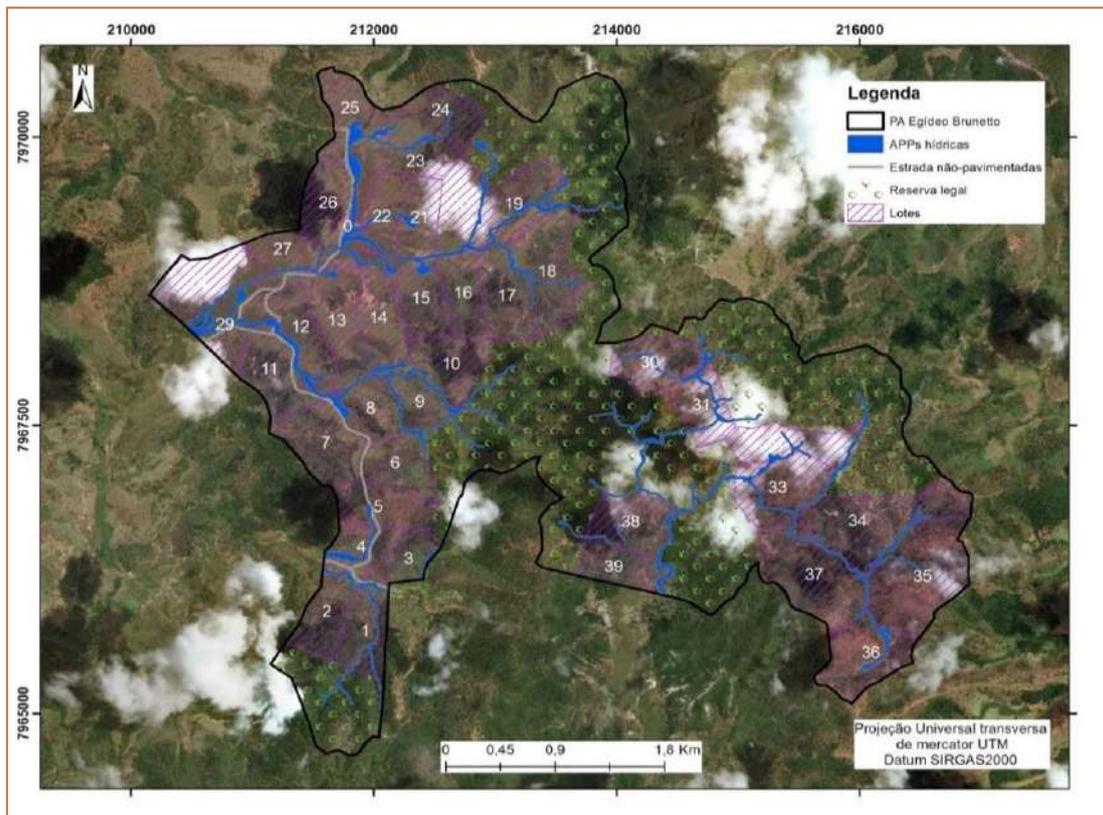
Com base nos dados levantados, procedeu-se a delimitação dos lotes, sendo que a primeira etapa foi a delimitação das áreas de Reserva Legal, as quais foram atribuídas às partes superiores do relevo, visando garantir a recarga hídrica no assentamento e, além disso, por nestas estarem localizadas os maiores remanescente florestais dos assentamentos. Excluída essa área, os lotes foram divididos visando atender os critérios acordados.



**Fonte:** Acervo do GT.

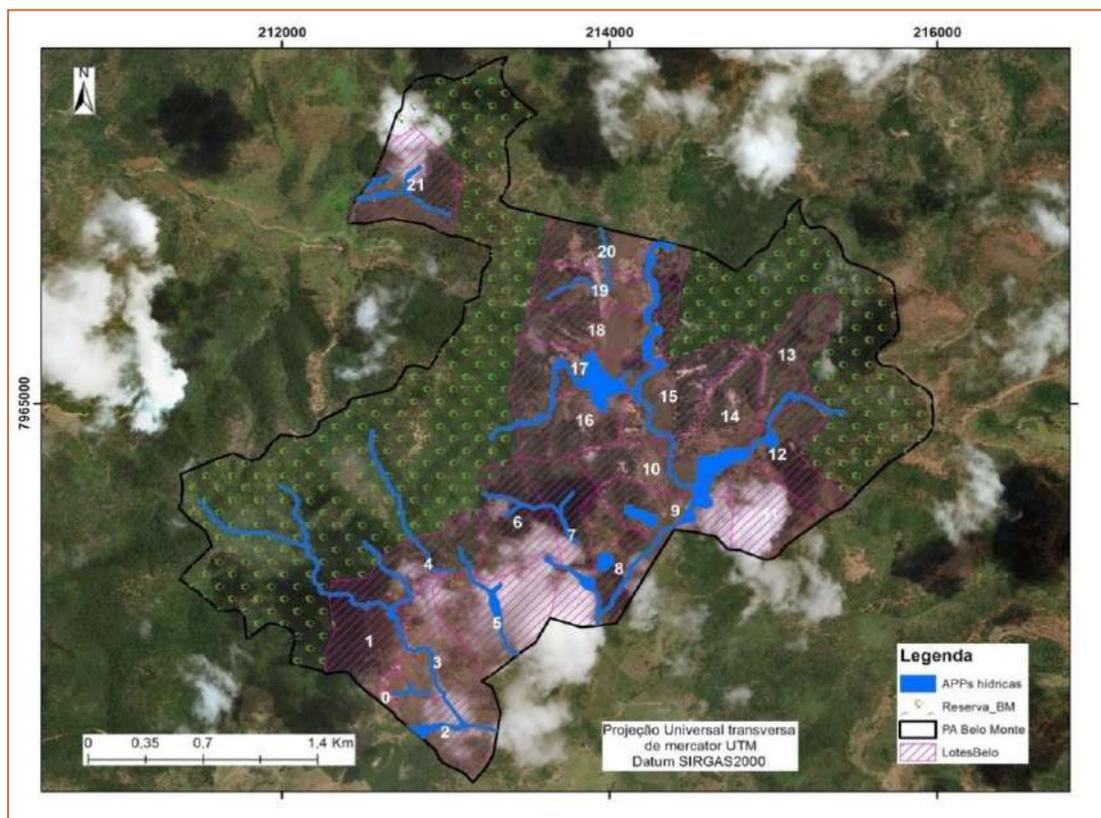
**Figura 4.** Demonstrativo de alguns dos mapas subsidiários elaborados da área dos assentamentos PA Egídio Brunetto e PA Belo Monte, indicando por exemplo: modelo digital de elevação (a), declividade (b) e classe de capacidade de uso com base na declividade (c).

De posse do anteprojeto, voltou-se aos assentamentos a fim de apresentar os mapeamentos dos lotes. Apesar de terem sido adotadas, anteriormente, metodologias com fins de interpretação de mapas, observou-se dificuldade dos assentados em alocar os lotes delimitados a partir da leitura dos mapas. Por isso, teve-se a compreensão dos lotes propostos apenas no momento de demarcação dos mesmos, sendo que foi necessária uma reavaliação a partir das críticas dos assentados, realizada em acordo com a visão dos técnicos. Obteve-se para os assentamentos 54 lotes, com área variando de 18 a 60 ha (Figuras 5 e 6).



**Fonte:** Google Earth (2019) e acervo do GT.

**Figura 5.** Lotes, áreas de preservação permanente hídricas e reserva legal delimitados no PA Egídio Brunetto.



**Fonte:** Google Earth (2019) e acervo do GT.

**Figura 6.** Lotes, áreas de preservação permanente hídricas e reserva legal delimitados no PA Belo Monte.

As marcações dos lotes foram realizadas em conjunto com grupos de assentados, os quais se alternavam no acompanhamento dos técnicos. Para tal, foram utilizados sprays e panos amarrados em estacas. A partir da demarcação realizada em campo, observou-se que alguns assentados tiveram maior compreensão entre os lotes delimitados e a leitura dos mapas, sendo que eles assumiram a responsabilidade de partilha do conhecimento com os vizinhos, caso dúvidas pós-delimitação surgissem. Os técnicos acentuaram estar prontamente disponíveis em situações de conflitos maiores.

Em relação ao processo de definição das famílias a ocupar os lotes, procedeu-se primeiro, no assentamento Egídio Brunetto, a definição de três "centros" de ocupação, os quais seguiram critério de afinidade. Dentro desses centros, levantou-se a vontade pessoal na escolha dos lotes. Aqueles que apresentavam apenas uma família interessada, foram atribuídos às mesmas. Os demais que apresentavam mais de um interessado, optou-se pela definição a partir de sorteio. Esse processo de definição foi utilizado também no assentamento Belo Monte, contudo sem a identificação de "centros" de ocupação. Ressalta-se que nesse processo os autores foram apenas observadores.

Como partilha final, observou-se que a maioria dos assentados ficou satisfeita com os lotes ocupados. Contudo, algumas famílias apresentaram suas insatisfações com os lotes adquiridos, embora que na fase de discussão e aprimoramento dos traçados dos lotes, todos tenham concordado. Levantou-se duas hipóteses associadas a esse comportamento: (1) a incompreensão dos traçados dos lotes em mapa e visualização dos mesmos em campo por parte dos assentados, visto que todos acordaram anteriormente à divisão de lotes propostos; e (2) desejo pessoal das famílias em

estabelecer-se em áreas previamente desejadas, porém não sendo contempladas na hora do sorteio. Como base nisso, salienta-se maior necessidade de exercícios primários, mais enfáticos em leitura de mapas com fins de que todos aprendam a guiar-se a partir de elementos cartográficos, embora tenha-se focado esse aspecto durante as incursões em campo.

### Considerações finais

Problemas associados à execução de políticas públicas no Brasil são recorrentes em diversas esferas do Estado, sendo importante observar, no que tange à ocupação do território, essa realidade não é diferente. Frisamos que essa não é uma crítica aos órgãos responsáveis e sim ao modelo adotado no que tange o parcelamento dos lotes de reforma agrária. Acreditar nas instituições e na execução de suas funções com excelência, deve ser objetivo de toda sociedade organizada numa democracia. Motivados por esse direito constitucional de acesso à terra e moradia é que movimentos sociais se organizam para dar a devida relevância e prioridade à Reforma Agrária.

A experiência apresentada neste capítulo demonstra que a participação popular nos processos de tomada de decisão e na execução dos trabalhos, em parceria com as organizações responsáveis pela parte técnica, é fundamental para o sucesso das propostas de parcelamento dos Assentamentos de Reforma Agrária.

Como resultado a ser destacado, considera-se a satisfação dos assentados em relação ao parcelamento realizado, atribuindo-se tal satisfação ao protagonismo dos mesmos durante todo o processo. Como principal desafio observado, levanta-se dificuldade dos assentados em identificarem o território, a partir dos mapas convencionais de cartografia, embora tenham sido dedicados espaços de formação para desenvolvimento de tal interpretação.

### Referências

- AB'SABER, A. N. **Formas de Relevo**: Texto Básico. São Paulo: FUNBEC/Edart, 1975.
- ABATZOGLOU, J. T. *et al.* TerraClimate, a high-resolution global dataset of monthly climate and climatic water balance from 1958–2015. **Scientific data**, v. 5, n. 1, p. 1-12, 2018.
- ACSELRAD, H. **Cartografia social e dinâmicas territoriais: marcos para o debate**. 2018.
- BERGAMASCO, S. M. P. P.; NORDER, L. A. C. **O que são os assentamentos rurais?** São Paulo: Brasiliense, 1996.
- BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. Lepsch, I.F.; tradutor. Porto Alegre: Bookman, 2012.
- BRASIL. Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. **Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, dez. 2006.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa**; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, mai. 2012.

DRUMMOND, G. M. *et al.* Biota Minas: Diagnostico do conhecimento sobre a biodiversidade no Estado de Minas Gerais-subsídio ao Programa Biota Minas. *In: Biota Minas: Diagnostico do conhecimento sobre a biodiversidade no Estado de Minas Gerais-subsídio ao Programa Biota Minas*. 2009. p. 624-624.

DRUCKER, D. P. *et al.* **GeoInfo**: infraestrutura de dados espaciais abertos para a pesquisa agropecuária. 2017.

CORRÊA, Â. A.; COLOMBO, A. V. "CAVERNAS DA BABILÔNIA" Narrativas e intervenções: vestígios funerários pré-coloniais na microrregião de Juiz de Fora. **Cadernos do LEPAARQ (UFPEL)**, v. 11, n. 21, p. 193-207, 2014.

COLI, L. R. Sistemas de Informação geográfica e iniciativas participativas de mapeamento: estratégias, ambiguidades e assimetrias. **Cartografia social e dinâmicas territoriais: marcos para o debate**. Rio de Janeiro: UFRJ/IPPUR, 2010.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Módulo Fiscal**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/codigo-florestal/area-de-reserva-legal-arl/modulo-fiscal>>. Acesso: em 10 de setembro 2019.

FERREIRA, F. M. **Aptidão Agrícola das terras como função de otimização para o ordenamento territorial e planejamento ambiental: uma análise do SOTER-PA**. Dissertação (Mestrado em Extensão Rural), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2015.

FERREIRA NETO, J. A. *et al.* O uso do aplicativo SOTER e da cartografia social na organização territorial em projetos de reforma agrária. *In: FERREIRA NETO, J. A.; SOUSA D. N.; MILAGRES, C. S. F. (Org.). Recursos Naturais, Sistemas de Informação Geográfica e Processos Sociais*. Viçosa, MG: UFV, 2010.

FERREIRA, F. M.; FERREIRA NETO, J. A. O. SOTER-PA como alternativa para o ordenamento territorial dos assentamentos rurais de reforma agrária. **Espacios (Caracas)**, v. 38 n. 13, p. 12, 2017.

HERLIHY, P.; KNAPP, G. Maps of, by, and for the peoples of Latin America. **Human Organization**, v. 62, n. 4, p. 303-314. 2003.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA - INCRA. **Reforma Agrária**. Disponível em: <[http://www.incra.gov.br/reforma\\_agraria](http://www.incra.gov.br/reforma_agraria)>. Acesso em: 10 setembro 2019.

LEPSCH, I. F. *et al.* **Manual para levantamento utilitário e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. Viçosa: SBCS, 2015.

PACHECO, P. Agrarian Reform in the Brazilian Amazon: Its Implications for Land Distribution and Deforestation. **World Development**, v. 37, n. 8, p. 1337-1347, 2009.

RESENDE, M. *et al.* **Pedologia base para distinção de ambientes**. 6. ed. Lavras: Editora UFLA, 2014.

# CAPÍTULO 6

## AGRICULTURA ORGÂNICA NO BRASIL: POTENCIALIDADES E DESAFIOS

Maria José do Amaral e Paiva, Steliane Pereira Coelho,  
Aarón Martínez Gutiérrez e Eugênio Martins de Sá Resende

### Introdução

As últimas décadas foram marcadas em todo o mundo por fortes problemas globais com relação à agricultura-alimentação, como escassez, fome, desnutrição, insegurança alimentar e contaminação de alimentos, além da pobreza, poluição e mudanças climáticas (FAO, 2013). Diante desse cenário, a agricultura convencional foi proposta como um conjunto de práticas e estratégias de grande aceitação em muitos países do mundo, entre eles o Brasil.

No entanto, a abordagem da agricultura convencional simboliza o modelo da "revolução verde", que começou na década de 1960 na Ásia, África e América Latina. Esse modelo agrícola imposto, baseado na intensificação produtiva através do uso massivo de pacotes tecnológicos, se caracterizou pela introdução de sementes híbridas de alta produtividade, o uso exacerbado de agrotóxicos e fertilizantes de alta solubilidade, a mecanização do trabalho e a difusão da irrigação (SEGRELLES, 2004), mas também na transnacionalização da modernização agrícola e dos mercados globais, baseada no modelo norte americano, centrado na intensificação da produção agroindustrial de monoculturas e commodities (MCMICHAEL, 2016).

Embora essas novas tecnologias de produção tenham permitido o aumento de produtividade das lavouras, promoveu diversos efeitos agressivos ao meio ambiente como aumento na emissão dos gases de efeito estufa, alto consumo das reservas de água doce disponíveis, além de ter impulsionado o desmatamento e a fragmentação de habitats, bem como a perda de biodiversidade (RAMANKUTTY, FOLEY, 1999; STEINFELD *et al.*, 2006; MOLDEN, 2007; EDENHOFER *et al.*, 2014; IUCN, 2016).

Na grande maioria das áreas com agricultura convencional ocorre a diminuição da matéria orgânica nos solos, pela intensa movimentação de solo, menor incorporação de resíduos de culturas e de matéria orgânica estável (esterco orgânico e melhoradores de solo), solos descobertos, aumento da conversão de pastagens em terras agrícolas, uso excessivo de adubos e altas taxas de mineralização devido às mudanças climáticas (MULIER *et al.*, 2006; PLATTEAU *et al.*, 2006).

Em contrapartida ao sistema convencional a agricultura orgânica<sup>1</sup> no Brasil é um sistema de produção que considera possíveis impactos ambientais, sociais para a saúde pública, baseando-se em princípios ecológicos e sustentáveis que

consistem em eliminar o uso de insumos sintéticos, como os fertilizantes altamente solúveis e pesticidas químicos, medicamentos veterinários, ou seja, agrotóxicos em geral, conservantes, aditivos, organismos geneticamente modificados (OGM) e radiação ionizante em qualquer etapa de produção, processamento e armazenamento (BRASIL, 2007; FAO, 2014; CHAU *et al.*, 2015; MELO *et al.*, 2017).

Assim, a agricultura orgânica e a convencional estão em duas posições fortes e antagônicas. A primeira está focada no gerenciamento de ecossistemas e, a segunda está baseada em uso intensivo e excessivo de produtos sintéticos (ZAMILPA *et al.*, 2015).

A agricultura orgânica encontra-se fundamentada nos seguintes princípios agroecológicos: respeito a natureza, independência do sistema de produção, diversificação de culturas, solo como organismo vivo e autonomia de agricultores e agricultoras. Para alcançar a autonomia e a sustentabilidade econômica e ecológica do sistema de produção, o manejo da agricultura orgânica é baseado em uso de insumos presentes na propriedade rural como esterco animal; uso de biofertilizantes; rotação e consorciação de culturas; adubação verde; controle biológico de pragas; uso de homeopatia e caldas tradicionais; compostagem e transformação de resíduos vegetais em húmus no solo; cobertura vegetal morta e viva do solo; uso de quebra-ventos e sistemas agroflorestais (CAMPANHOLA, VALARINI, 2001; SANTOS *et al.*, 2012). Prioriza-se utilizar recursos locais e obter a máxima reciclagem de nutrientes no solo.

A agricultura orgânica oferece benefícios tanto para os consumidores como para os agricultores. Os consumidores têm a segurança de consumir alimentos saudáveis e livres de produtos químicos e, além disso, ao consumirem esses produtos, fortalecem os agricultores e agricultoras envolvidos com esse modo de vida e forma de produção.

Para o agricultor, proporciona independência ao eliminar o uso de agrotóxicos e adubos altamente solúveis; favorece a diversificação produtiva no estabelecimento; reduz os custos de produção; além disso os produtos orgânicos apresentam maior valor agregado em relação ao convencional; também gera empregos e/ou o aproveitamento da própria mão-de-obra familiar; reduz a exposição do agricultor aos produtos químicos, contribuindo assim para melhorar a saúde das famílias; melhora também a qualidade do solo e reduz a erosão em comparação com a agricultura convencional. Ademais, aumenta a biodiversidade de plantas, animais e insetos, bem como favorece a diversidade genética (NODARI, GUERRA, 2015), importantes para o equilíbrio ambiental e redução dos impactos de pragas e doenças. A agricultura orgânica, além de gerar menos poluição do solo e da água e reduzir as emissões de gases de efeito estufa, é também mais eficiente energeticamente.

O Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) define agricultura orgânica como a geração de alimentos, usando métodos que preservam o meio ambiente e evitam materiais sintéticos, como pesticidas e antibióticos (USDA, 2014), focada apenas nas técnicas produtivas.

A Federação Internacional de Movimentos de Agricultura Orgânica (IFOAM, 2008) adota uma definição mais completa, "A agricultura orgânica é um sistema de produção que mantém e melhora a saúde de solos, ecossistemas e pessoas. Baseia-se principalmente em processos ecológicos, biodiversidade e ciclos adaptados às condições locais, sem o uso de insumos com efeitos adversos. Além disso, combina tradição,

---

<sup>1</sup> De acordo com a Lei Federal 10.831/2003 essa denominação abrange os denominados ecológicos, biodinâmicos, naturais, agroecológicos, permaculturais entre outros.

inovação e ciência para favorecer o ambiente compartilhado e promover relacionamentos justos com uma boa qualidade de vida para todos que dela participam".

No Brasil, de acordo com a Lei Federal 10.831 de 2003, o sistema orgânico é aquele onde as técnicas adotadas são específicas, tais como ter ou criar condições favoráveis para preservação dos recursos naturais e recursos socioeconômicos, que apresente sustentabilidade econômica e ecológica, protegendo o meio ambiente e produzindo benefícios sociais. Além disso, apresenta mínima dependência de energia não renovável, emprega métodos culturais, biológicos e mecânicos, ao invés de materiais sintéticos, também não faz uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes em qualquer uma das fases de produção (BRASIL, 2007).

Para Melo *et al.* (2017) considera-se sistema orgânico de produção todo aquele em que a utilização de recursos naturais renováveis e não renováveis de forma otimizada sem detrimento da integridade cultural e econômica das comunidades rurais. O sistema orgânico de produção é reconhecido como uma alternativa economicamente eficiente, socialmente justa e ecologicamente sustentável, com o potencial de mitigar os impactos negativos atribuídos à agricultura convencional (GÓMEZ *et al.*, 2010). O contexto da produção mundial de alimentos tem produzido uma série de debates e discussões entre cientistas, acadêmicos e especialistas, sobre questões ambientais, sociais, econômicas, culturais e políticas.

Em uma metanálise realizada por Mondelaers *et al.* (2009) para avaliar a diferença da pressão ambiental entre agricultura orgânica e convencional, relataram impactos negativos da agricultura convencional nos seguintes indicadores: eficiência no uso da terra, conteúdo de matéria orgânica, lixiviação de nitrato e fósforo, biodiversidade e emissões de gases de efeito estufa.

Com base nos resultados gerais de dez estudos de agricultura orgânica (ELTUN, 1995; HANSEN *et al.*, 2000; KORSAETH, ELTUN, 2000; KIRCHMANN, BERGSTROM, 2001; HAAS *et al.*, 2002; MADER *et al.*, 2002; POUDEL *et al.*, 2002; SILEIKA, GUZYS, 2003; TAUBE *et al.*, 2005; KNUDSEN *et al.*, 2006; TORSTENSSON *et al.*, 2006) nos países desenvolvidos, há uma eficiência de 83 % no uso da terra para a agricultura orgânica em comparação com a agricultura convencional (MONDELAERS *et al.*, 2009) e o aporte de matéria orgânica ao solo é um dos pontos principais desse sistema de cultivo.

O nível ótimo de matéria orgânica significa uma boa condição agrícola e ambiental do solo, caracterizada por redução na erosão, alta capacidade de amortecimento e filtragem, e um rico habitat para os organismos vivos. As práticas de manejo orgânico preservam e aportam quantidades consideráveis de materiais orgânicos ao solo, oferecendo mais segurança para os consumidores com alimentos saudáveis e livres de agrotóxicos e fortalecendo agricultores familiares e pequenos agricultores (PULLEMAN *et al.*, 2003; HERENCIA *et al.*, 2008; STALENGA, KAWALEC, 2008; GMACH *et al.*, 2020)

Porém, a agricultura orgânica enfrenta vários desafios para produzir de forma a atender grandes demandas, e tenta responder a esses desafios de produção, limitando o uso de insumos externos e integrando várias práticas ecológicas. É necessário desenvolver sistemas de produção que integrem os benefícios dos sistemas convencionais, orgânicos e outros sistemas agrícolas, para criar um futuro agrícola mais sustentável (MONDELAERS *et al.*, 2009; CLARK, TILMAN, 2017).

## Breve histórico

A agricultura orgânica é um sistema de produção de plantas e animais que adota técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis, além do respeito à integridade cultural das comunidades rurais. Tem por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não-renovável, a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização (BRASIL, 2006). Agricultura natural, agricultura biodinâmica, agricultura biológica, agricultura ecológica e permacultura fazem parte do conceito abrangente de agricultura orgânica, com suas peculiaridades.

A agricultura orgânica teve seu início na Índia na década de 20. Os camponeses da região já realizavam as práticas agrícolas de compostagem e adubação orgânica. O pesquisador inglês Albert Howard, após viagem à Índia, relatou em seu livro chamado "Um testamento agrícola" de 1940, as experiências encontradas no país (ALVES *et al.*, 2012). No mesmo período, na França, Claude Aubert divulgava o conceito e as práticas da agricultura biológica. Neste modelo de agricultura é utilizado a rotação de culturas, adubos verdes, esterco, restos de culturas, palhas e outros resíduos vegetais ou animais, bem como controle natural de pragas e doenças (ORMOND *et al.*, 2002).

Inicialmente os movimentos de agricultura alternativa guardavam pouca ligação com a agricultura orgânica praticada atualmente. Não havia padrões, regulamentos ou interesse em questões ambientais e de segurança alimentar. Hoje a agricultura orgânica, que necessariamente deve haver algum tipo de certificação ou garantia da qualidade orgânica, segue rígidos padrões impostos por normas internacionais e pelas certificadoras.

Os movimentos de agricultura alternativa caminharam juntos com os movimentos da agricultura convencional. O maior impulso dos movimentos ligados à agricultura orgânica foi após as décadas de 70 e 80, quando os efeitos colaterais da agricultura convencional começaram a ficar evidentes.

No Brasil, o movimento da agricultura orgânica iniciou na década de 70, ligado diretamente aos movimentos filosóficos que buscavam o retorno do contato com a terra como forma alternativa de vida. Contudo, houve expansão de consumo dos produtos orgânicos na década de 80 pelo crescimento da consciência de preservação ambiental e pela busca por alimentação mais saudável (ALVES *et al.*, 2012). Os pesquisadores Adilson Paschoal, Ana Maria Primavesi, Luis Carlos Pinheiro Machado, José Lutzemberger e Miguel Altieri, contribuíram para divulgar a agricultura orgânica, contestando o modelo vigente. Assim, despertaram para novos métodos de agricultura sustentável.

O Brasil está se consolidando como grande produtor e exportador de alimentos orgânicos, o apontado como líder do mercado de orgânicos da América Latina. O faturamento do mercado orgânico brasileiro no ano de 2018 movimentou R\$ 4 bilhões (MAPA, 2019), destacando-se também, como importante mercado consumidor de orgânicos (SANTOS, TIVELLI, 2017).

Em menos de uma década, o número de produtores orgânicos registrados no Brasil triplicou, de quase 5,9 mil produtores em 2012 para 17,7 mil em 2019, com um crescimento de 200 % (MAPA, 2019). No Brasil a demanda por produtos orgânicos cresce em torno de 30 % ao ano (MAPA, 2019) e 70 % da produção orgânica do país é

proveniente da agricultura familiar (MAPA, 2018), caracterizada com sistemas diversificados e o uso de tecnologias sociais por agricultores e agricultoras tradicionais.

As terras agrícolas baseadas nos sistemas orgânicos aumentaram substancialmente, sendo a agricultura orgânica praticada em 181 países com 70 milhões de hectares produzidos, de acordo com os dados do Instituto de Pesquisa de Agricultura Orgânica – FiBL de 2017 (WILLER, LERNOUD, 2018). Os maiores produtores de orgânicos são Estados Unidos, Alemanha, França e China, e movimentou o volume de US\$ 97 bilhões, em 2017 (IFOAM, 2019).

Entretanto, agricultura orgânica apresenta alguns desafios, dentre eles, os elevados custos de conversão e de certificação, principalmente a certificação por auditoria ou de terceira parte que é a mais comum no mundo. Essa certificação é um processo que gera custos como as taxas cobradas por instituições privadas de certificação. Outra grande deficiência é a falta de assistência técnica pela rede pública para muitos produtores que desejam fazer a conversão de suas propriedades para o sistema orgânico, além da falta de crédito para apoiar a transição dos sistemas produtivos (MAZZOLENI, OLIVEIRA, 2010; SANTOS *et al.*, 2012).

### **Regulação, gargalos e comercialização**

O sistema Orgânico de Produção no Brasil é regido por legislação própria, amparado na Lei 10.831 de dezembro de 2003. Esta lei foi regulamentada pelo decreto 6.323, publicada no Diário Oficial da União em 28 de dezembro de 2007, que determina as condições obrigatórias, tanto para produção como para comercialização dos produtos provenientes de um sistema orgânico de produção (BRASIL, 2007).

Há três formas pelo meio das quais o produto oriundo de um sistema orgânico pode obter a garantia da qualidade orgânica, são elas, certificação por auditoria ou de terceira parte, Sistema Participativo de Garantia (SPG) e o controle social feito por um Organismo de Controle Social (OCS) para venda direta, sendo que os dois primeiros podem receber a certificação (ALVES *et al.*, 2012), ou seja, o selo “Orgânico Brasil”.

Na certificação por auditoria um Organismo de Avaliação da Conformidade (OAC), seja entidade pública ou privada, devidamente credenciado no Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), inspeciona a propriedade através de um fiscal que não está inserido no processo de produção (FONSECA, 2009).

Já no SPG uma pessoa jurídica que é o Organismo Participativo de Avaliação da Conformidade (OPAC), também credenciado junto ao MAPA, após atender todas as exigências, é quem fornece as garantias. Em um SPG a avaliação da conformidade é feita pelos próprios membros através de Comissões de Avaliação, Comitê de Verificação e das Visita de Pares nas propriedades, determinado em um documento, também aprovado pelo MAPA, chamado de Manual de Procedimentos do OPAC (ALVES *et al.*, 2012).

No mecanismo de controle social, um OCS que pode ser uma associação, cooperativa ou grupos informais cadastrados no MAPA ou em algum outro órgão fiscalizador da federação, estado ou distrito, avalia a conformidade orgânica das propriedades ali cadastradas. Nesse caso é permitida apenas a venda direta de agricultores familiares<sup>2</sup> para os consumidores e não é possível a utilização do selo (BRASIL, 2007).

---

<sup>2</sup> Reconhecidos oficialmente através da Lei Federal 11.326/2006.

Os produtos só podem ser comercializados como orgânicos se estiverem sob o sistema de controle da qualidade orgânica de um desses três mecanismos. Através do SPG ou por auditoria, os produtores recebem a permissão para utilizar o selo de conformidade orgânica do Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade Orgânica (SISORG) (VRIESMAN *et al.*, 2012). No caso das OCS possuem uma declaração de conformidade emitida pelo MAPA.

As entidades certificadoras são responsáveis pela qualidade orgânica do produto que é alcançada através da observação e práticas regidas por instruções normativas (IN). Como, por exemplo, a IN 17/2009 que apresenta normas técnicas para obtenção de produtos orgânicos oriundos do extrativismo sustentável, a IN 18/2009 que regula o processamento, armazenamento e transporte de produtos orgânicos, a IN 19/2009 que aprovam os formulários oficiais para controle e informação, a IN 28/2011 que trata da regulação sobre os organismos aquáticos, a IN 37/2011 que dispõe sobre cogumelos, a IN 38/2011 que regula a produção de sementes e mudas, a IN 46/2011 que foi regulada pela IN17 de 2014, que estabelece o regulamento técnico para os sistemas orgânicos de produção animal e vegetal, tratando desde o período de conversão, plano de manejo, produção paralela, lista de substâncias com uso permitido. Há ainda outras IN que regulam os demais seguimentos (CANDIOTO, 2018; MAPA, 2020) e todas são constantemente atualizadas e revistas.

Os diferentes meios de se obter a certificação apresentam suas particularidades. Há produtores que se identificam mais com o sistema de certificação por auditoria, onde o fiscal realiza a visita com o intuito de somente fiscalizar e identificar possíveis não conformidades, em que não é permitido vínculo com a família ou grupo fiscalizado.

Já em sistemas que avaliam a conformidade através do controle social, há maior socialização por parte dos agricultores e agricultoras familiares que integram aquele organismo. Na certificação por SPG, são as Comissões de Avaliação que fiscalizam a propriedade durante as visitas de pares e as reuniões que o grupo promove, visando garantir o cumprimento dos regulamentos. Caso sejam identificadas “não conformidades”, promovem a orientação para que a família produtora realize as adequações, dando um prazo para que a família corrija as não conformidades (FONSECA, 2009).

Os produtores que comercializam seus produtos através de uma OCS não possuem o selo individualmente, mas podem colocar faixas ou banners no ponto de vendas ou até mesmo no rótulo de seus produtos com a seguinte expressão: “Produto orgânico para venda direta por agricultores familiares organizados, não sujeito à certificação, de acordo com a Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003” (VRIESMAN *et al.*, 2012).

Para que o produto receba a garantia de qualidade orgânica, ele deve ser oriundo de um sistema de produção onde foram aplicados os princípios e normas pré-estabelecidos que regulam a produção orgânica. O tempo de conversão da propriedade de um sistema convencional para orgânico vai depender: da “espécie cultivada ou manejada, da utilização anterior da unidade de produção, da situação ecológica atual, da capacitação dos agentes envolvidos no processo produtivo e das análises e avaliações das unidades de produção pelos respectivos organismos de avaliação da conformidade” (BRASIL, 2014).

Os produtores orgânicos, sejam da agricultura familiar ou não, usufruem dos privilégios de produzir alimentos, para consumo e comercialização, que não causam

prejuízos à saúde humana e ao ecossistema local. Mas a certificação é um desafio para muitos, dada a complexidade de todo o processo, tanto no manejo dentro da propriedade, como no preenchimento de planilhas e cadernos referentes a esse manejo, sendo que no caso da certificação em grupo, esses desafios podem ser superados mais facilmente (TACCONI NETO *et al.*, 2010).

Vários produtores desistem da certificação orgânica ainda no período de transição. A principal causa é que muitas propriedades vêm de um longo período no sistema convencional e a biodiversidade está seriamente comprometida. Assim, ao realizar a retirada abrupta dos agrotóxicos, a pressão de pragas e doenças aumenta de maneira considerável, o que acarreta perdas de produção e até prejuízos para o produtor. O recomendado é que a transição seja feita gradativamente no tempo e no espaço, diminuindo o uso de insumos não autorizados aos poucos e a partir de alguns talhões e, não toda a área de uma só vez.

Os produtores que desejam fazer a transição de seus agroecossistemas para o cultivo orgânico, sobretudo os agricultores familiares, na maioria das vezes não tem acesso à assistência técnica para a produção orgânica, que ainda é incipiente no Brasil.

Para suprir parte dessa demanda, em 2012 foi lançada a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (PNAPO) e o seu principal instrumento de ação é o Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (PLANAPO), que contou com uma grande participação da sociedade civil, até então dividido em dois ciclos, 2013 a 2015 e 2016 a 2019. As ações do PLANAPO são articuladas a partir de 6 grandes eixos, produção, uso e conservação de recursos naturais, conhecimento, comercialização e consumo (BRASIL, 2012).

Além desse plano, outras iniciativas fortalecem o seguimento dos produtos orgânicos no país, como a realização anual da Semana dos Alimentos Orgânicos, as feiras orgânicas e agroecológicas, espaços em mercados, shoppings e grandes redes de supermercado. A criação da Associação de Agricultura Orgânica (AAO) em 1989 e de diversos movimentos ligados à Agroecologia no início dos anos 2000 como a Articulação Nacional de Agroecologia (ANA) e a Associação Brasileira de Agroecologia (ABA) no meio científico e acadêmico, ajudaram a difundir no Brasil formas alternativas e mais ecológicas de produção e de relação humana e com a natureza (SANTIAGO, 2019).

De forma a ampliar os mercados para a produção da agricultura familiar, e também de produtos orgânicos, criou-se em 2012 o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) que tem por objetivo o acesso à alimentação e o incentivo à agricultura familiar, através das compras governamentais (BRASIL, 2012). Ademais, a Política Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) criado pela Lei 11.947, publicada no Diário Oficial da União em 17 de junho de 2009, instituiu que 30 % do valor destinado à merenda escolar sejam utilizados para compra de alimentos da agricultura familiar, fortalecendo os circuitos e as redes de comercialização (BRASIL, 2009).

Os chamados circuitos de comercialização, sejam curtos como as feiras ou longos e os grupos de consumo como aqueles formados por iniciativa como a Rede Ecovida no Sul do Brasil, representam uma grande oportunidade para produtores orgânicos escoarem seus produtos. As feiras são de grande importância para que aconteça a "educação para o consumo" onde o consumidor, através do contato com produtores, seja conscientizado sobre a qualidade dos alimentos.

Mesmo com tantos desafios o sistema orgânico de produção tem rompido fronteiras e alcançado patamares cada vez mais altos em área, produção e qualidade, se

solidificando, quando bem manejado, como alternativa para a produção de alimentos de forma mais harmoniosa com a dinâmica dos ecossistemas. Isso não nega o fato de que é preciso mais estudos para que muitos dos desafios desse sistema sejam solucionados e o seguimento continue se fortalecendo.

### Considerações finais

A produção orgânica no Brasil tem grande potencial devido ao crescimento do mercado e da demanda dos consumidores. Em termos da área de produção, têm sido crescentes nos últimos anos, porém, há carência no ensino, pesquisa e extensão, associados aos sistemas mais ecológicos de produção e consumo. No Brasil muitas pesquisas ainda baseiam-se na mera substituição de insumos, falta investigação holística dos diferentes componentes do sistema agrônomo.

Há a necessidade de um maior apoio de políticas públicas nesse sentido, sobretudo aos agricultores familiares, que envolvam, além da produção, a comercialização e a certificação no intuito do desenvolvimento mais sustentável da agropecuária brasileira.

### Referências

ALVES, A. C. O. *et al.* Agricultura orgânica no Brasil: sua trajetória para a certificação compulsória. **Revista Brasileira de Agroecologia**, n. 7, v. 2, p. 19–27, 2012.

BRASIL. Decreto nº 6323. Decreto Nº 6.323, de 27 de dezembro de 2007. Regulamenta a Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003, que dispõe sobre a agricultura orgânica, e dá outras providências. **Diário Oficial 28 dezembro de 2007.**

BRASIL. Lei 11.947 de 16 de junho de 2009. Atendimento da Alimentação Escolar e Programa Dinheiro Direto na Escola aos alunos da Educação Básica. **Diário Oficial da União, 17 de junho 2009.**

BRASIL. Lei 10.696 de 02 de julho de 2003. Programa de Aquisição de Alimentos. Alterada pela Lei 12.512 de 14 de outubro de 2011 e regulamentada pelo **decreto 7.775 de 04 de julho de 2012.**

BRASIL. **Decreto 7.794 de 20 de agosto de 2012.** Dispões sobre a instituição da Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica. Brasília - DF, 2012.

BRASIL. Instrução Normativa Nº 46 de 06 de Outubro de 2011. Estabelecer o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção, tanto animal como vegetal bem como as listas de substâncias e práticas permitidas. **Regulada pela IN 17 de 2014.**

BRASIL. **Portaria Nº 971, de 03 de maio de 2006.** Aprova a Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares no Sistema Único de Saúde. Disponível em: [http://bvsm.sau.gov.br/bvs/sau/legis/gm/2006/prt0971\\_03\\_05\\_2006.html](http://bvsm.sau.gov.br/bvs/sau/legis/gm/2006/prt0971_03_05_2006.html). Acesso em: 13 setembro 2019.

- CANDIOTTO, L. Z. P. Organics products policy in Brazil. **Land use Policy**, v. 71, p. 422–430, 2018.
- CAMPANHOLA, C.; VALARINI, P. J. A agricultura orgânica e seu potencial para o pequeno agricultor. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 18, n. 3, p. 69–101, 2001.
- CHAU, N. D. G. *et al.* Pesticide pollution of multiple drinking water sources in the Mekong Delta, Vietnam: evidence from two provinces. **Environmental Science Pollution Research**, v. 22, p. 9042–9058, 2015.
- CLARK, M.; TILMAN, D. Comparative analysis of environmental impacts of agricultural production systems, agricultural input efficiency, and food choice. **Environmental Research Letters**, v. 12, n. 064016, 2017.
- ELTUN, R. Comparisons of nitrogen leaching in ecological and conventional cropping systems. **Biological Agriculture & Horticulture**, v. 11, p. 103–114, 1995.
- EDENHOFER O. *et al.* **Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change** (Cambridge: Cambridge University Press), 2014.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - FAO. **The state of food and agriculture: Food systems for better nutrition**. Roma, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2013.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - FAO. **Preguntas frecuentes sobre agricultura orgánica**. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2014.
- FONSECA, M. F. A. C., **Agricultura orgânica: regulamentos técnicos para acessos aos mercados dos produtos orgânicos no Brasil**. PESAGRO-RIO, 2009.
- GMACH, M. R. *et al.* Processes that influence dissolved organic matter in the soil: a review. **Scientia Agricola**, v. 7, n. 3 p. 1–10, 2020.
- GÓMEZ, C. M. A. *et al.* Situación Y desafíos del sector orgánico de México. **Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas**, v. 1, n. 4, p. 593–608, 2010.
- HAAS, G.; BERG, M.; KÖPKE, U. Nitrate leaching: comparing conventional, integrated and organic agricultural production systems. *In*: STEENVOORDEN, J. *et al.* (eds), **Agricultural Effects on Ground and Surface Waters: Research at the Edge of Science and Society**, IAHS Publ. 273, International Association of Hydrological Sciences, 2002.
- HANSEN, B. *et al.* Nitrogen leaching from conventional versus organic farming systems – a systems modelling approach, **European Journal of Agronomy**, v. 13, n. 1, p. 65–82, 2000.

HERENCIA, J. F. *et al.* A short-term comparison of organic vs conventional agriculture in a silty loam soil using two organic amendments. **Journal of Agricultural Science**, v. 146, p. 677–687, 2008.

INTERNATIONAL FEDERATION OF ORGANIC AGRICULTURE MOVEMENTS - IFOAM. **La agricultura orgánica y el suministro mundial de alimentos**, Bonn, 2008

INTERNATIONAL FEDERATION OF ORGANIC AGRICULTURE MOVEMENTS - IFOAM. **Consolidated Annual Report of IFOAM - Organics International e its Action Group**. Disponível em: [https://www.ifoam.bio/sites/default/files/annualreport\\_2018.pdf](https://www.ifoam.bio/sites/default/files/annualreport_2018.pdf). Acesso em: 26 setembro 2019.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE'S – IUCN. **Red List of Threatened Species**. Species Version 2016-5.

KIRCHMANN, H.; BERGSTROM, L. Do organic farming practices reduce nitrate leaching?. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 32, n. 7–8, p. 997–1028, 2001.

KNUDSEN, M. T. *et al.* Estimated N leaching losses for organic and conventional farming in Denmark. **Journal of Agricultural Science**, v. 144, p. 135–149, 2006.

KORSAETH, A.; ELTUN, R. Nitrogen mass balances in conventional, integrated and ecological cropping systems and the relationship between balance calculations and nitrogen runoff in an eight-year field experiment in Norway. **Agriculture Ecosystems & Environment**, v. 79, n. 2–3, p. 199–214, 2000.

MADER, P. *et al.* The ins and outs of organic farming. **Science**, v. 298, n. 5600, p. 1889–1890, 2002.

MAZZOLENI, E. M.; OLIVEIRA, L. G. Inovação Tecnológica na Agricultura Orgânica: estudo de caso da certificação do processamento pós-colheita. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 48, p. 567–586, 2010.

MELO, A. P. C. *et al.* Solanáceas em sistemas orgânicos no Brasil: tomate, batata e physalis. **Scientia Sgropecuaria**, v. 8, n. 3, p. 279–290, 2017.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. **Produção orgânica está em expansão no país**. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2018-08/producao-organica-esta-em-expansao-no-pais>. Acesso em: 15 maio 2020.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. **Em 7 anos, triplica o número de produtores orgânicos cadastrados no ministério**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/em-sete-anos-triplica-o-numero-de-produtores-organicos-cadastrados-no-mapa>. Acesso em: 22 setembro 2019.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. **Legislação – Orgânicos**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/organicos/legislacao-organicos>. Acesso em: 14 maio 2020.

MOLDEN, D. **Comprehensive assessment of water management in agriculture**. Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture (London: Earthscan International Water Management Institute), 2007.

MONDELAERS, K.; AERTSENS J.; VANHUYLENBROECK, G. A. A meta-analysis of the differences in environmental impacts between organic conventional farming. **British Food Journal**, v. 111, p. 1098–119, 2009.

MULIER, A.; NEVENS, F.; HOFMAN, G. **Daling van de organische stof in Vlaamse landbouwgronden**. Analyse van mogelijke oorzaken en aanbevelingen voor de toekomst. Steunpunt Duurzame Landbouw. Publicatie 24, Steunpunt Duurzame Landbouw (STEDULA), Gontrode. 2006.

MCMICHAEL, P. **Regimes alimentares e questões agrárias**, 1ª ed. São Paulo; Porto Alegre: Editora UNESP; Editora da UFRGS, 2016.

NODARI, R. O.; GUERRA, M. P. A agroecologia: estratégias de pesquisa e valores. **Estudos Avançados**, v. 29, n. 83, p.183–207, 2015.

ORMOND, J. G. P. *et al.* **Agricultura orgânica: quando o passado é futuro**. BNDES Setorial. 2002.

PLATTEAU, J. *et al.* **Land bouwbeleidsr rapport 2005 (LARA)**. Afdeling Monitoring en Studie, D/2006/3241/155, Administratie, Departement Landbouw en Visserij, Brussel, 2006.

POUDEL, D. D. *et al.* Comparison of soil N availability and leaching potential, crop yields and weeds in organic, low-input and conventional farming systems in northern California. **Agriculture Ecosystems & Environment**, v. 90, n. 2, p. 125–37, 2002.

PULLEMAN, M. *et al.* Effects of organic versus conventional arable farming on soil structure and organic matter dynamics in a marine loam in The Netherlands. **Soil Use and Management**, v. 19, n. 2, p. 157–165, 2003.

RAMANKUTTY, N.; FOLEY J. A. Estimating historical changes in global land cover: croplands from 1700 to 1992. **Global Biogeochemical Cycles**, v. 13, p. 997–1027, 1999.

SANTOS, J. O. *et al.* A evolução da agricultura orgânica. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v. 6, n. 1, p. 35–41, 2012.

SANTOS, N. C. B.; TIVELLI, S. W. **Como produzir milho orgânico?** Rio de Janeiro: Sociedade Nacional de Agricultura; Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas; Centro de Inteligência em Orgânicos, 2017.

SANTIAGO, J. P. C. **História da Associação de Agricultura Orgânica – AAO**. Parque da Água Branca, São Paulo-SP. Disponível em: <http://aao.org.br/aao/agricultura-organica.php>. Acesso em: 30 setembro 2019.

SEGRELLES, J. A. El problema de los cultivos transgénicos en América Latina: una “nueva” revolución verde, **Entorno Geográfico**, p. 93–120, 2004.

SILEIKA, A. S.; GUZYS, S. Drainage runoff and migration of mineral elements in organic and conventional cropping systems. **Agronomie**, v. 23, n. 7, p. 633–641, 2003.

STALENGA, J.; KAWALEC, A. Emission of greenhouse gases and soil organic matter balance in different farming systems. **International Agrophysics**, v. 22, n. 3, p. 287–290, 2008.

STEINFELD H. *et al.* **Livestock’s Long Shadow: Environmental Issues and Options** (Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2006.

TACCONI NETO, E. A.; RAMOS, A. S. M.; TACCONI, M. F. F. S. Fatores que afetam a competitividade na produção de hortaliças orgânicas no estado do Rio Grande do Norte. **Organizações Rurais e Agroindustrias**, v. 12, n. 2, p. 249–262, 2010.

TAUBE, F. *et al.* A comparative assessment of the performance of organic and conventional arable farming systems on high-quality soils in Northern Germany. **Berichte über Landwirtschaft**, v. 83, n. 2, p. 165–176, 2005.

TORSTENSSON, G.; ARONSSON, H.; BERGSTROM, L. Nutrient use efficiencies and leaching of organic and conventional cropping systems in Sweden. **Agronomy Journal**, v. 98, n. 3, p. 603–615, 2006.

UNITED States Department of Agriculture - USDA. **Organic Agriculture**. 2014

VRIESMAN A. K. *et al.* Assistência Técnica e Extensão Rural para a Certificação de Produtos Orgânicos da Agricultura Familiar. **Revista Conexão**, v. 8, n. 1, p. 138–149, 2012.

WILLER, H.; LERNOUD, J. (Eds.). **The world of organic agriculture**. Statistics and emerging trends 2018. Frick: FiBL; Bonn: Ifoam – Organics Internacional, 2018.

ZAMILPA, P. A.; AYALA, O. D. A.; SCHWENTESIUS, R. R. Desafíos y prioridades de la agricultura orgánica en México, mirando a la unión europea. **Colección: Situación, Retos y Tendencias para el Desarrollo Rural Sustentable**, 2015.

# CAPÍTULO 7

## AGRICULTURA AGROECOLÓGICA: BOAS PRÁTICAS DE MANEJO

Davi Lopes do Carmo, Djalma Silva Pereira, Luana de Pádua Soares e Figueiredo, Ezequiel Lopes do Carmo e Julian Junio de Jesus Lacerda

### Introdução

A população mundial em 2021 foi estimada em 7,87 bilhões de pessoas, com projeção de atingir 9,73 bilhões em 2050 (PP, 2019). O crescimento acelerado da população mundial nas próximas décadas, tem como consequência a elevação da demanda de alimentos, fibra e bioenergia. Frente a isso, o Brasil se apresenta como o terceiro maior exportador de produtos agrícolas do mundo, equivalentes com 71,4 bilhões de dólares. Em 2018, o Brasil produziu 103,1 milhões de toneladas de cereais, 29.341,3 toneladas de carne, 34.112 toneladas de leite e 40.429 toneladas de açúcar (SAATH, FACHINELLO, 2018; FAO, 2020). A estrutura e a relevância do setor agropecuário na economia brasileira sugerem uma reflexão sobre os sistemas de produção, considerando os aspectos da sustentabilidade para atender a demanda global de bens e serviços ecossistêmicos (MARIN *et al.*, 2016).

Existe um consenso por parte da população mundial sobre a necessidade de uma transição do modelo de cultivo convencional para sistemas agrícolas que garantam segurança alimentar e nutricional, que forneçam equidade social e econômica e protejam os serviços ecossistêmicos, dos quais a agricultura depende (FAO, 2014). Em 2018, a área de agricultura do Brasil representou 28,3 % da área total do país e a de florestas representou 59,7 %. No entanto, o país consumiu 377,2 mil de toneladas de pesticidas e 16.988 toneladas de fertilizantes (FAO, 2020). Estes números colocam o país como o terceiro maior consumidor de pesticidas do mundo, posicionado depois da China e Estados Unidos da América. A utilização intensa de agroquímicos, o manejo inadequado do solo e a exploração insustentável dos recursos naturais, visando à produção de alimentos, fibras, energia, madeira, dentre outros, têm levado à degradação dos agroecossistemas e à diminuição e/ou interrupção dos serviços ecossistêmicos. Entre os desserviços podem ser citados: desmatamento, perda de habitats e de biodiversidade, erosão do solo, perda de nutrientes, sedimentação de corpos hídricos, contaminação do solo e da água com agroquímicos e emissões de gases de efeito estufa (FERRAZ *et al.*, 2019).

Durante muitos anos a exploração de novas áreas foi uma atividade bastante comum para o aumento das áreas agricultáveis e, conseqüentemente, importante para aumentar a produção de alimentos. A exploração de novas áreas não é uma alternativa viável, devido à impactos ambientais causados pelo desmatamento, perda da biodiversidade, emissões de gases de efeito estufa, etc. Desse modo, a necessidade de aumentar a produção de alimentos enfrenta vários desafios, uma

vez que o aumento da produção não poderá ser unicamente baseado na expansão da área cultivada, pois as preocupações ambientais e a preservação das florestas nativas têm levado ao maior controle sobre essa expansão (MARIN *et al.*, 2016; SAATH, FACHINELLO, 2018). Neste sentido, a intensificação de sistemas agroecológicos é uma alternativa possivelmente viável e eficaz para o aumento da produtividade, sem a necessidade de exploração de novas áreas.

A intensificação agrícola convencional, nos seus primórdios, foi baseada no uso crescente de *inputs* industriais, tais como adubos minerais, pesticidas e energia não renovável, a fim de favorecer a produtividade de variedades de plantas geneticamente modificadas, geralmente cultivadas em monocultivos (SANTOS *et al.*, 2016). O uso convencional dos recursos naturais de forma intensiva tem provocado perda da capacidade produtiva do solo, devido a diminuição de nutrientes, matéria orgânica, biodiversidade e aumento da compactação pelo intenso tráfego de máquinas, os quais reduzem a qualidade do solo (GLIESSMAN, 2009; TIAN *et al.*, 2016). Essa diminuição da capacidade produtiva dos solos pode ser agravada quando se utiliza o preparo convencional com aração e gradagem, o qual pode gerar perdas anuais de solo em 50 % superior, quando comparado ao plantio direto (ADIMASSU *et al.*, 2019). Portanto, este modelo convencional, atrelado as outras inúmeras práticas como aplicação de fertilizantes sintéticos e agrotóxicos, por exemplo, são insustentáveis, o que justifica utilizar estratégias a curto, médio e longo prazos para adoção de técnicas mais sustentáveis, que consigam compatibilizar preservação, utilização e aumento da produtividade dos agroecossistemas e atender a alta demanda de alimentos.

A demanda crescente por alimentos, bioenergia e produtos florestais, em contraposição à necessidade de redução de desmatamento e mitigação da emissão de gases do efeito estufa, exige soluções que permitam incentivar o desenvolvimento socioeconômico, sem comprometer a sustentabilidade dos recursos naturais (CORDEIRO *et al.*, 2015). Sistemas sustentáveis de produção de alimentos são essenciais para a preservação do solo e da água, e da diversidade genética natural, de modo a reduzir a demanda por combustíveis fósseis não renováveis, por exemplo. A utilização de boas práticas de manejo, considerando o agroecossistema de base agroecológica, pode ser o caminho para um planeta mais sustentável.

Neste contexto, aumentar a capacidade produtiva do solo, reduzir o uso de insumos externos, aliado a gestão eficiente dos recursos humanos, do solo, da água e das plantas de forma sustentável, são os principais desafios para uma agricultura agroecológica produtiva e rentável. A grande questão é: será possível intensificar as boas práticas de manejo, de modo a obter um sistema agroecológico mais produtivo, rentável e promover a restauração dos agroecossistemas ou impedir a ocorrência de novas degradações? Este capítulo busca fazer uma abordagem teórica sobre essa temática fascinante e que divide opiniões em relação à adoção do sistema convencional *vs* agroecológico. A proposta desta temática está alinhada com as políticas de desenvolvimento sustentáveis, baseadas na agenda Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas com metas para 2030 (ONU, 2015).

## Agricultura convencional e agroecológica

A agricultura convencional intensiva, denominada também de agricultura industrial moderna, baseada na monocultura, tem sido justificada para aumentar os lucros, a segurança alimentar e até preservar o meio ambiente, em razão de ser necessário menor área para produzir alimentos devido ao aumento da demanda (GODFRAY *et al.*, 2010; STEVENSON *et al.*, 2013). Aliado a isso, o aumento desta intensidade produtiva tem gerado grande dependência externa de fertilizantes sintéticos e agrotóxicos (PRETTY, 2008), diminuição na qualidade do solo, com reflexos negativos na retenção de água e na atividade biológica, advindos da sua compactação, utilização de agrotóxicos e excesso de fertilizantes. Esta agricultura industrial pode levar a altos rendimentos das culturas, contudo, devido à diminuição da biodiversidade, é capaz de fornecer baixos níveis de outros serviços ecossistêmicos como controle biológico por inimigos naturais, polinização, ciclagem de nutrientes, retenção de água no solo e boas condições edafoclimáticas (MIKKELSEN, 2015; DAINESE *et al.*, 2019; FERRAZ *et al.*, 2019).

Este modelo tem afetado negativamente o balanço energético dos sistemas de produção, exigindo cada vez mais insumos externos, energia e conseqüente aumento no custo de produção, diminuição no lucro e impacto negativo sobre a sociobiodiversidade (WEZEL *et al.*, 2014; D'ANNOLFO *et al.*, 2017). A segurança alimentar e nutricional também tem sido afetada, pois o acesso e a utilização dos alimentos dependem também dos recursos financeiros das pessoas e não somente da produção de alimentos (GODFRAY *et al.*, 2010). Por exemplo, a razão de dependência de importação de cereais no Brasil é negativa (-22,2), calculada pela fórmula:  $(\text{cereal importado} - \text{cereal exportado}) / (\text{cereal produzido} + \text{cereal importado} - \text{cereal exportado}) * 100$ , o que reafirma o país como um importante exportador.

No entanto, aproximadamente 2,5 % da população brasileira já apresentava, entre 2017 e 2019, desnutrição, ou seja, mais de 5 milhões de pessoas em situação desumana. Ademais, 22,2 % dos brasileiros e brasileiras apresentavam insegurança alimentar e nutricional de moderada a grave, faixa que inclui também as crianças (FAO, 2020; PP, 2019). Isso significa que 1/4 das pessoas possivelmente apresentavam significativos problemas, entre eles, desemprego ou renda baixa, pouco conhecimento e incentivo sobre a importância dos alimentos saudáveis e nutritivos, etc. Com o advento da pandemia, provocada pela Covid 19, as situações econômica, alimentar e nutricional vêm se agravando assustadoramente. Entre setembro e novembro de 2020 constatou-se que mais de 45 % dos lares tiveram diminuição da renda e que mais de 71 % dos lares, incluindo áreas urbanas e rurais, estavam na faixa de insegurança alimentar de moderada a grave (GALINDO *et al.*, 2021). Portanto, é necessário apontar caminhos alternativos possíveis como um dos mecanismos de diminuição ou eliminação da insegurança alimentar.

A agricultura agroecológica aponta um caminho diferenciado com maior geração de empregos e trabalho humanizado, sem aplicação de fertilizantes sintéticos altamente

solúveis e agrotóxicos, aliado às boas práticas de manejo, considerando o agroecossistema e respeitando o limite da natureza. A Agroecologia é reconhecida mundialmente como um sistema que aprimora ecossistemas, restaura a saúde e a biodiversidade do solo, promove a resiliência edafoclimática, melhora o bem-estar dos agricultores e promove a segurança alimentar e nutricional. Este sistema visa aproveitar a biodiversidade e otimizar os serviços ecossistêmicos à favor da produção agrícola, resultando em sistemas regenerativos que são menos dependentes de insumos externos, o que contribui para maior rentabilidade (D'ANNOLFO *et al.*, 2017; LIERE *et al.*, 2017). Neste sistema de produção não existe uma fórmula ou receita universal para o sucesso e o máximo bem-estar. Contudo, fornece um conjunto robusto de soluções para os aspectos sociais, econômicos e ambientais, pois reconhece as dimensões multifuncionais da agricultura, que não apenas produzem alimentos, empregos e bem-estar econômico, mas também criam benefícios culturais, sociais e ambientais. Para compreender a agricultura agroecológica mais produtiva e rentável, são necessários alguns conceitos sobre ecologia e sua intensificação, bem como algumas etapas fundamentais de caráter agronômico.

A aplicação de princípios ecológicos aos agroecossistemas pode ajudar no gerenciamento de sistemas agrícolas. Na Agroecologia podem ser utilizadas inúmeras tecnologias, mas estas devem ser usadas em conjunto com ativos naturais, sociais e humanos. A intensificação ecológica refere-se aos processos ecológicos que ocorrem no ambiente de produção biodiversificado, tais como a regulação biótica de patógenos, ciclagem de nutrientes, polinização, retenção e ciclagem da água no sistema (BOMMARCO *et al.*, 2013). A ecologia tem um campo de atuação amplo e o entendimento dos seus princípios é importante para projetar práticas sustentáveis que reduzam os impactos negativos no meio ambiente. É considerada uma ciência que permite uma compreensão ampla de cada fator, considerando os organismos, as populações, as comunidades e os ecossistemas (ALTIERI, 2012). O ecossistema é um sistema funcional, com relações entre os organismos vivos e seu ambiente, incluindo os componentes físicos e químicos do ambiente, como solo, luz, umidade, temperatura, radiação, fluxo de água, dentre outros, que constituem os fatores abióticos (FEIDEN, 2005).

É possível haver agricultura ao mesmo tempo em que os serviços ecossistêmicos são gerados e/ou mantidos, mesmo que em menor nível quando comparado ao ecossistema em seu estado natural. Neste quesito, a Agroecologia possui grande potencial em razão do caráter regenerativo do seu agroecossistema, onde há maior fixação de carbono no solo, menor emissão de gases de efeito estufa e menor consumo de energia para sua produção, aumento da biodiversidade, melhoria da qualidade do solo e ciclagem de nutrientes (WEZEL *et al.*, 2014). A Agroecologia é formada pela agricultura em parceria com a ecologia, pois se utiliza os princípios ecológicos visando diminuir os impactos negativos das atividades agrícolas sobre o meio ambiente e a saúde das pessoas (FRANCIS *et al.*, 2003; GLIESSMAN, 2016). A redução, a reutilização e a

ciclagem fazem parte dos princípios ecológicos que podem ser aplicados em diversos sistemas de produção agrícola, de modo a contemplar a sustentabilidade ecológica, econômica e social (D'ANNOLFO *et al.*, 2017).

Para intensificar o sistema de manejo agroecológico são necessárias avaliações periódicas do solo, da planta e do ambiente, isto é, o monitoramento possível de todos os componentes do agroecossistema. Aliado a isso, deve-se utilizar tecnologias que auxiliam e permitam a geração dos indicadores técnicos, econômicos, ambientais e sociais para proporcionar o alto desempenho e auxiliarem na tomada de decisão para alcançar os resultados que contemplem a Agroecologia em todos os seus aspectos.

A intensificação de boas práticas de manejo visando uma agricultura agroecológica de alto desempenho, parte do objetivo de aumentar a renda financeira em razão da diminuição de custo e/ou aumento de produtividade. Nesta perspectiva, as mesmas estratégias podem ser utilizadas na recuperação de áreas degradadas quando se visa uma recuperação mais rápida, de modo a auxiliar a natureza na sua restauração ou regeneração, podendo também ser explorado na agricultura de subsistência.

### **Agroecossistema**

A base para conseguir uma agricultura agroecológica mais produtiva e rentável, consiste em planejar o ambiente de produção considerando o agroecossistema como um todo de modo a favorecer a gestão humana, a capacidade produtiva do solo, o desenvolvimento vegetal e a resiliência ambiental (Figura 1). Na semeadura ou plantio das culturas deve-se considerar o espaçamento adequado, época de plantio e técnicas de manejo ao longo do ciclo, considerando as especificidades de cada cultura como podas, desbastes, controle de plantas espontâneas, manejo integrado de patógenos e nutrição equilibrada. O conjunto de práticas sustentáveis de manejo, aplicadas adequadamente em um agroecossistema, favorece os serviços ecossistêmicos com benefícios sociais, econômicos e ambientais, que na maioria das vezes são invisíveis. Nesse sentido, os acompanhamentos detalhados do microclima, da qualidade do solo, da sanidade e nutrição das plantas, por meio de análises ao longo do tempo e do ciclo das culturas, são fundamentais. Adicionalmente, é necessário fazer as aplicações dos insumos corretos, na hora correta, no local correto e do modo correto, visando garantir eficiência técnica e econômica, com respeito ao meio ambiente.

#### *Gestão técnica e humana*

O conhecimento dos processos envolvidos na implantação e manejo de um sistema de produção agrícola, no contexto de um agroecossistema, é imprescindível para produção de alimentos e produtos de base agroecológica. A Agroecologia não é definida por certas práticas de gerenciamento, no entanto, estas devem ser utilizadas a favor da preservação do meio ambiente, da produção agroecológica para fins comerciais ou de

subsistência e na restauração de áreas degradadas. Para gerir de forma eficiente um agroecossistema é fundamental considerar as aptidões agrícolas como características do solo, de relevo, de uso e do clima (LEPSCH *et al.*, 1991). As variáveis de recursos humanos que englobam diagnóstico, planejamento, capacitação, organização, direção, controle, consultoria, acompanhamento de indicadores técnicos, econômicos, ambientais e sociais, também são necessários no processo de gestão.

Na agricultura agroecológica de alta performance, a gestão espacial e temporal do agroecossistema, técnicas ecológicas de manejo, otimização de recursos ambientais e de produção, são procedimentos que devem ser adotados visando minimizar os impactos ambientais, aumentar a produção e diminuir os custos. Na gestão espacial, por exemplo, o manejo deve considerar a variabilidade da área, pois na agricultura de base ecológica trabalha-se com um sistema diverso em termos de plantas, com plantas anuais e perenes.

Em sistemas dessa natureza deve-se compatibilizar as práticas de manejo com as necessidades de luminosidade, água e nutrientes que as diferentes espécies vegetais exigem. Por isso, o planejamento com a elaboração de um mapa da área é fundamental em sistemas de cultivos múltiplos, considerando a sua complexidade. Assim, três critérios básicos devem ser seguidos: a) considerar a variabilidade dentro do sistema produtivo nas práticas de manejo; b) identificar e medir as variabilidades e suas causas; e c) utilizar os dados coletados para corrigir a variabilidade ou manejar.

A variabilidade do solo, por exemplo, é resultante da interação de vários fatores, tais como clima, topografia, material de origem, espécies vegetais, processos geológicos e pedológicos, práticas culturais e sistemas de manejo. Dessa forma, análises espaciais e temporais do solo e da produtividade possibilitam uma gestão mais eficiente.

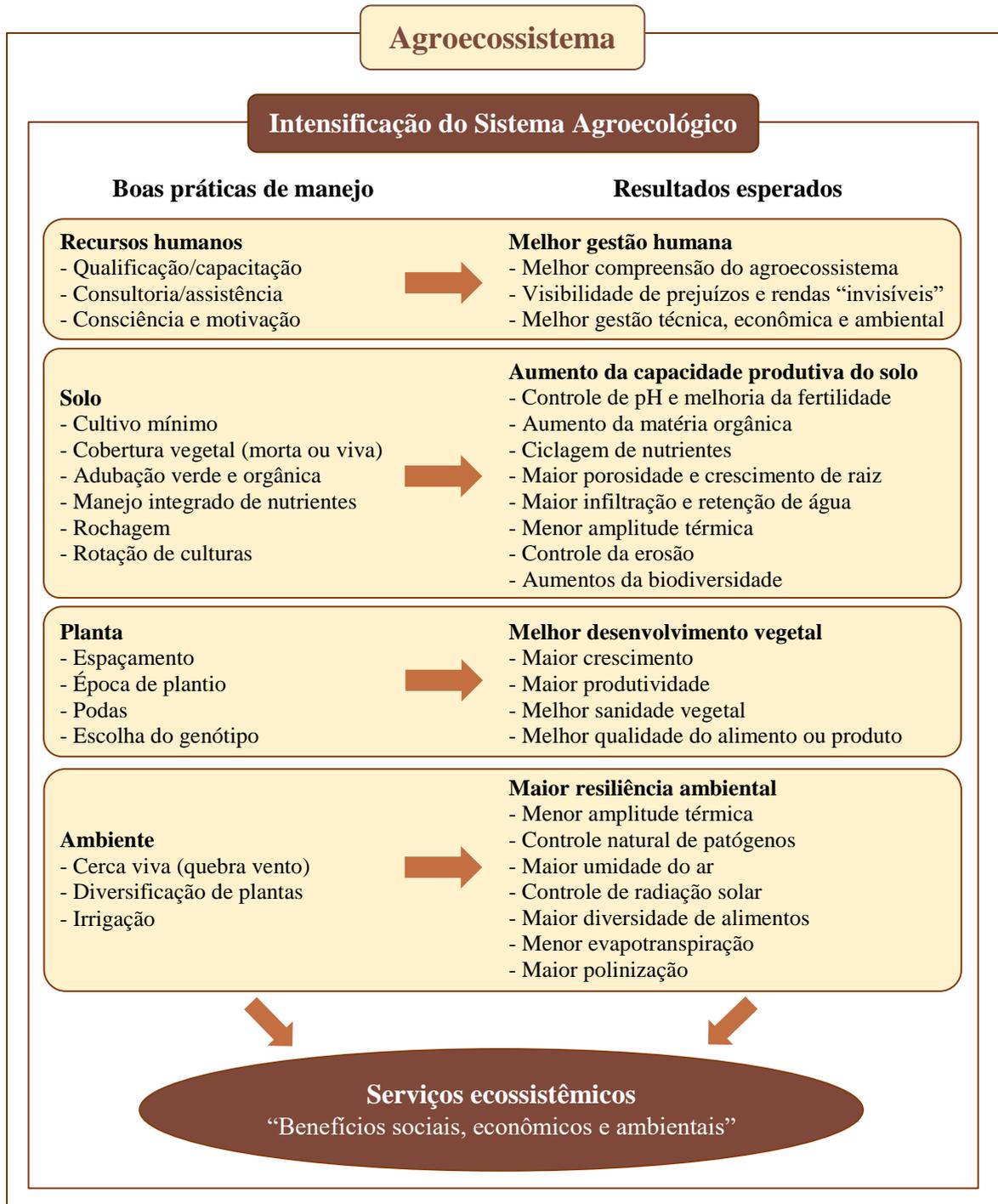
### *Qualidade do solo*

O solo é o meio de crescimento para as plantas, fornece suporte para vários serviços ecossistêmicos, como armazenamento e filtragem de água, sequestro de gases do efeito estufa, processamento de resíduos, hospedagem microbiana e vida terrestre (MIKKELSEN, 2015).

Em solos de clima tropical, como os brasileiros, são em sua maioria ácidos, apresentam pH baixo (<5,5), baixa capacidade de troca de cátions, baixos teores de Ca, Mg e P disponíveis, baixo teor de matéria orgânica (MANGALASSERY *et al.*, 2019), elevados teores de Al e Mn, tanto na camada superficial (0-20 cm) quanto na subsuperficial (>20 cm). Essas situações, de modo geral, restringem a produção agrícola pela limitação do crescimento de raízes e diminuição da absorção de água e nutrientes (CANTARUTTI *et al.*, 2007).

A melhoria da qualidade do solo se dá pelo seu revolvimento mínimo, aporte de matéria orgânica, rotação e sucessão de culturas, rochagem, adubação verde e cobertura permanente. Estas práticas promovem melhorias nos atributos químicos, físicos e

biológicos no perfil do solo, modificando a dinâmica da acidez e dos nutrientes na relação solo-planta. Com estas melhorias pode-se aumentar o sistema radicular das plantas, proporcionando a utilização de maior volume do solo, maior absorção de nutrientes e água, aumentando a eficiência nutricional.



**Fonte:** Elaborado pelos autores.

**Figura 1.** Representação esquemática do processo que envolve um agroecossistema agroecológico intensificado com práticas sustentáveis de manejo.

As análises química, física e biológica do solo são fundamentais para verificar as limitações e corrigi-las, quando necessário, visando manter ou aumentar a saúde do solo, o crescimento adequado de plantas e alcançar os níveis desejados de produtividades. Os atributos químicos que devem ser avaliados são o pH, teores de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S), de micronutrientes (Zn, B, Cu, Fe, Mn, Mo), de matéria orgânica e de alumínio trocável, além da capacidade de troca de cátions e índices de saturação por bases e por alumínio (CANTARUTTI *et al.*, 2007).

Os atributos de acidez tais como o pH, teores de  $Al^{3+}$ , índices de saturação por bases e por alumínio podem ser corrigidos com a calagem também denominada de rochagem. Os macros e micronutrientes podem ser corrigidos com o manejo integrado da fertilidade do solo que englobam diversas práticas tais como adubação orgânica, adubação verde, rochagem, manejo da biomassa local, aliado a rotação e sucessão de culturas. Essas práticas aliadas ao revolvimento mínimo do solo e a manutenção da cobertura vegetal do solo proporcionam boa qualidade do solo.

O valor ideal de cada atributo químico deve estar próximo do nível crítico, considerando a lei dos incrementos decrescentes e o aspecto econômico, ou seja, a produtividade máxima econômica (CANTARUTTI *et al.*, 2007). De modo geral, os valores ideais são: pH = 5,5 a 6,0; matéria orgânica = 4 dag  $kg^{-1}$ ; Ca = 2,4  $cmol_c dm^{-3}$ ; Mg = 0,9  $cmol_c dm^{-3}$ ; Al = 1  $cmol_c dm^{-3}$  no máximo; capacidade de troca de cátions a pH 7 (CTC) = 8,6  $cmol_c dm^{-3}$ ; saturação por Al = 50 % no máximo; K = 70  $mg dm^{-3}$ ; P e S variam de acordo com o teor de argila e P remanescente; Zn = 1,5  $mg dm^{-3}$ ; Mn = 8  $mg dm^{-3}$ ; Fe = 30  $mg dm^{-3}$ ; Cu = 1,2  $mg dm^{-3}$ ; B = 0,6  $mg dm^{-3}$  (ALVAREZ V. *et al.*, 1999). Esses valores podem variar de acordo com a cultura, região, potencial produtivo do sistema, combinação de cultivos múltiplos e nível tecnológico.

A matéria orgânica é relevante no manejo sustentável em razão de atuar nos atributos químicos, físicos e biológicos do solo (JOHNSTON *et al.*, 2009). Para isso, a adição de fontes orgânicas e a manutenção da cobertura vegetal (viva ou morta) sobre o solo, mediante o manejo da biomassa produzida no local, são práticas indispensáveis que, além da proteção do solo contra erosão, reciclam nutrientes e os libera de forma gradual ao longo do tempo pelo processo de decomposição/mineralização (PAVINATO, ROSOLEM, 2008). A adição de materiais orgânicos no solo estimula a microbiota por meio da manutenção do metabolismo energético, com fornecimento de carbono e nutrientes para os microrganismos, que direta ou indiretamente, influenciam nas condições químicas e físicas do solo (STEVENSON, 1994). Assim, o aumento da matéria orgânica nos solos, principalmente nos tropicais, é fundamental, pois aumenta a geração de cargas negativas, que por sua vez, melhora a eficiência de retenção de nutrientes no solo e diminui as perdas por lixiviação (CONCEIÇÃO *et al.*, 2005).

A estrutura do solo também pode ser alterada ao longo do tempo pela melhoria das características físicas através da reorganização, floculação e ação das partículas umectantes sobre as partículas primárias do solo, com aumento nos agregados (STEVENSON, 1994; CANELLAS *et al.*, 2008). Com isso, diminui a densidade e aumenta a

porosidade do solo, favorecendo a infiltração e retenção de água, a diminuição da erosão e o crescimento do sistema radicular das plantas (CONCEIÇÃO *et al.*, 2005).

Para obter bons rendimentos de produtividade com menor custo, os atributos do solo devem estar próximos dos considerados ideais para o desenvolvimento das culturas agrícolas. Um solo com boa estrutura física deve ter 50 % de porosidade, sendo 1/3 desta em macroporos para a respiração radicular das plantas e 2/3 em microporos de modo a garantir drenagem, permeabilidade e retenção de água, em proporções adequadas (GUIMARÃES, REIS, 2010). Assim, é fundamental a realização periódica das análises químicas, físicas e biológicas de solo para o sucesso da agricultura agroecológica

Os resultados esperados das boas práticas de manejo do solo são dependentes da gestão de solo e de plantas, nas quais as magnitudes de alterações dependerão principalmente do tempo do manejo e das condições edafoclimáticas.

#### *Desenvolvimento e crescimento de plantas*

Para alcançar bons resultados de crescimento, produtividade e qualidade dos alimentos e/ou produtos agrícolas, é necessário que as condições do solo estejam próximas das consideradas ideais, de modo que as raízes consigam crescer, absorver nutrientes e água em níveis adequados. Os fatores do solo mais relevantes que influenciam nas produtividades das culturas são: pH, disponibilidade de nutrientes, água e oxigênio, permeabilidade, temperatura e salinidade (PROCHNOW, CANTARELLA, 2015).

A exigência nutricional das plantas envolve a demanda por macro e micronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, B, Cu, Fe, Mn, Mo) (CANTARUTTI *et al.*, 2007). Uma quantidade de nutrientes que a planta retira do solo fica contida nas raízes e na parte aérea, mas quando há exploração comercial ou de subsistência, uma quantidade significativa é exportada da lavoura devido sua colheita.

O manejo nutricional das plantas é caracterizado pela análise de solo e sua interpretação, aplicações de corretivos e condicionadores quando necessário, adubações e práticas de manejo (CANTARUTTI *et al.*, 2007). A análise foliar é importante na complementação do manejo, pois permite avaliar se os propósitos das técnicas de manejo estão sendo alcançados e fazer ajustes quando necessário.

Os aspectos do desenho e espaçamento entre plantas podem influenciar a competição entre os componentes do sistema por água, nutrientes e luminosidade, que são os principais fatores de crescimento das plantas (DAMATTA *et al.*, 2007). Esses fatores alteram os processos fenológicos, com efeitos diretos e indiretos no metabolismo das plantas e consequentemente no rendimento das culturas.

#### *Diversificação do ambiente*

A diversificação do ambiente pode ser alcançada mediante a associação de espécies lenhosas como árvores, arbustos, palmeiras, dentre outras, com cultivos

agrícolas na mesma área de maneira simultânea e/ou sequencial. Os sistemas diversificados constituem sistemas variáveis e flexíveis, podendo ser aproveitados em diferentes escalas, de acordo com o tamanho da propriedade e o nível socio-econômico de seus proprietários. Podem ser classificados de acordo com a sua estrutura no espaço, seu desenho através do tempo, funções dos diferentes componentes, objetivos da produção e características sociais predominantes.

A diversidade de plantas no sistema de produção, seja no espaço e/ou no tempo, é necessária e estratégica em razão de inúmeros benefícios. Estes benefícios envolvem a ciclagem de nutrientes, o equilíbrio biológico entre patógenos e “inimigos naturais”, presença ou aumento dos microrganismos benéficos, a melhoria da polinização, a regulação microclimática, dentre outros, tornando os agroecossistemas mais resilientes, produtivos e lucrativos (SMUKLER *et al.*, 2010; BOMMARCO *et al.*, 2013). A diversificação ao longo do tempo, com a rotação de culturas, auxilia na interrupção do ciclo de pragas e doenças (WEZEL *et al.*, 2014). Estes processos ecológicos podem substituir os insumos externos tais como fertilizantes e agrotóxicos, com a prestação de serviços ecossistêmicos pela biodiversidade (BOMMARCO *et al.*, 2013) e obter vantagens das interações ecológicas, agronômicas, econômicas e sociais.

Com a biodiversidade, as interações entre plantas de diferentes ciclos, portes e funções são aproveitadas (ALTIERI, 2012; ALVES *et al.*, 2015), com otimização do uso dos fluxos de energia e melhoria no aproveitamento de radiação solar, água e nutrientes (GLIESSMAN, 2009; ALTIERI, 2012). A ciclagem de nutrientes está relacionada ao bombeamento de nutrientes do subsolo pelas raízes profundas das espécies perenes, à redução nas perdas por lixiviação através da captura de nutrientes móveis pelos sistemas radiculares, além do aumento da proteção do solo contra a erosão e decomposição/mineralização da biomassa local (PAVINATO, ROSOLEM, 2008).

As produtividades das culturas em ambientes diversificados são influenciadas por vários fatores que interferem no crescimento e na produção das plantas, tais como o arranjo espacial, práticas de manejo, combinações de espécies de plantas, taxa de radiação solar, temperatura (DAMATTA *et al.*, 2007; SILES *et al.*, 2010; LÓPEZ-BRAVO *et al.*, 2012), entre outros. Assim, os agricultores podem adotar a diversificação de plantas com diferentes objetivos, tais como a recuperação de áreas degradadas, controle de erosão, aumento da água no agroecossistema e regulação microclimática.

Dentre as vantagens econômicas dos sistemas diversificados podem-se considerar uma melhor distribuição de renda ao longo do ano, menor incidência de pragas e doenças, maior aproveitamento de nutrientes, uso mais intensivo e racional da terra, maior lucro por unidade de área, melhor utilização e distribuição da mão-de-obra.

## Práticas sustentáveis de manejo

A manutenção da diversidade de plantas no ecossistema natural é uma estratégia da natureza para construir maiores níveis de estabilidade na produção e reprodução biológica. Outra razão é a necessidade de fornecimento de matéria orgânica diversificada que, por sua vez, fomenta o desenvolvimento de variadas formas de vida no solo, aumentando assim o leque de nutrientes mobilizados. De modo geral, a biodiversidade nos ecossistemas agrícolas é inferior aos ecossistemas naturais, no entanto, boas práticas de manejo podem ser adotadas para contribuir com a agricultura agroecológica.

O manejo eficiente de ecossistemas agrícolas deve englobar processos que incluem desde o planejamento, preparo do solo, práticas de conservação do solo e da água, policultivos, época de plantio, controle de patógenos, adubação orgânica, adubação verde, rotação de cultura, cobertura vegetal do solo (morta ou viva), espaçamento, luminosidade, irrigação, dentre outras técnicas, até as etapas da pós-colheita. A utilização de práticas sustentáveis de manejo, através de interações ecológicas e sinergismo entre os componentes biológicos, caracteriza a prática agroecológica (WEZEL *et al.*, 2014; DURU *et al.*, 2015). A variedade de componentes arbóreos, culturas anuais e perenes, que inclui hortaliças, frutíferas, ervas aromáticas, plantas medicinais e ornamentais é imensa. A escolha deve ser feita de acordo com a facilidade de cultivo e manejo, espaço disponível, objetivo da produção e preferência do agricultor, considerando os canais de consumo e comercialização.

O espaçamento entre plantas e a época de plantio com base no calendário das culturas devem ser seguidos porque as temperaturas, luminosidade e precipitações pluviométricas são fatores determinantes para obter resultados satisfatórios na produtividade. Assim, a utilização de plantas que possuem crescimento rápido e menos exigente em tratamentos culturais, é um ponto importante, principalmente quando o tamanho da área é um fator limitante. A gestão e utilização dos resíduos orgânicos gerado na propriedade, oriundos da produção vegetal, animal e agroindustrial também é necessário. Esses resíduos podem passar pelo processo de compostagem, que transforma esses materiais em adubo orgânico de melhor qualidade para a fertilização dos solos. No processo de compostagem, o material pode ser enriquecido com fontes de nutrientes como as rochas moídas, por exemplo, e pode ser ativada a parte biológica com adição de microrganismos eficientes (HELLAL *et al.*, 2012; SOUZA *et al.*, 2013).

Diversas são as práticas sustentáveis de manejo do solo e da planta que podem ser adotadas em agroecossistemas, visando maior eficiência no processo de produção que, de forma direta ou indireta, contribui para minimizar o impacto ambiental e maximizar o desempenho produtivo, social e econômico. São elas:

### *Cultivo mínimo*

Esta prática é fundamentada na movimentação mínima do solo, com medidas que incluem desde a redução do número de passagens com máquinas na lavoura até a redução de revolvimento do solo (RUSINAMHODZI *et al.*, 2011). Quando o solo se encontra compactado pode-se utilizar a subsolagem e leguminosas para reverter o quadro de degradação do solo. A semeadura pode ser realizada diretamente sobre a cobertura vegetal permanente apropriada para cada cultivo ou resíduos deixado sobre o solo (CORBIER-BARTHAUX *et al.*, 2007). Esta prática proporciona ao solo aumento da estabilidade de agregados e da matéria orgânica (JACOBS *et al.*, 2009), redução da erosão superficial (DELAUNE *et al.*, 2013), maior infiltração e armazenamento de água (COPEC *et al.*, 2015), melhoria da fertilidade, atividade microbiana e aumento da biomassa local (MEURER *et al.*, 2018, HOFMEIJER *et al.*, 2019), redução de emissões de poluentes por máquinas agrícolas (VAN DE PUTTE *et al.*, 2010), podendo também, reduzir o custo de produção. O não revolvimento do solo contribui na diminuição do contato dos íons fosfato com a superfície dos coloides porque os ácidos orgânicos produzidos ocupam sítios de adsorção e aumenta a dessorção de P (PAVINATO, ROSOLEM, 2008).

### *Cobertura do solo (morta ou viva)*

Consiste em manter a superfície do solo coberta principalmente por vegetais, mediante o manejo da biomassa local. Esta prática, além de proteger o solo contra erosão (BOGUNOVIC *et al.*, 2018), aumenta a retenção de água no solo (COLECCHIA *et al.*, 2015), recicla nutrientes e os libera de forma gradual ao longo do tempo pelo processo de decomposição/mineralização (PAVINATO, ROSOLEM, 2008). O cultivo do milho, por exemplo, sobre cobertura morta, tem sua eficiência aumentada, com melhoria no aproveitamento da água da chuva e aumento da produtividade de grãos (BORGES *et al.*, 2014). A cobertura da superfície do solo atua como barreira física contra a germinação sementeiras de plantas espontâneas e diminui a amplitude térmica (NOCE *et al.*, 2008). O manejo das plantas espontâneas nas lavouras deve ser cuidadoso para não deixar o solo exposto e ao mesmo tempo não competir em demasia por água, luz e nutrientes. Assim, a adoção de práticas que contribuem para a proteção do solo poderá manter ou melhorar as condições física, química e biológica do solo ao longo do tempo (BLANCO-CANQUI, LAL, 2009).

### *Rotação e sucessão de culturas*

A rotação de culturas consiste em alternar no mesmo local, culturas diferentes em uma sequência a cada ano, enquanto que, a sucessão de culturas é a sequência preestabelecida dentro de um mesmo ano (SOUZA *et al.*, 2012). A alternância de espécies vegetais com a ocupação do mesmo espaço físico e período do ano, dentro de princípios

técnicos, visa principalmente sanar problemas fitossanitários (CORDEIRO *et al.*, 2015) e fornecer nutrientes para a cultura subsequente (MENDONÇA *et al.*, 2015). A rotação de culturas, além de preservar a fertilidade do solo e a atividade biológica, aumenta a produção, em longo prazo, em comparação com a monocultura (CÁRCER *et al.*, 2019).

O uso de diferentes espécies em sucessão pode restituir quantidades consideráveis de nutrientes aos cultivos subsequentes, uma vez que a palhada deixada na superfície do solo proporciona liberação de nutrientes ao longo do tempo. Essa dinâmica de liberação de nutrientes é muito variável e depende de vários fatores, dentre eles, a espécie utilizada, época de plantio, tipo e quantidade de fertilizante aplicados, condições edafoclimáticas e a interação entre esses fatores.

### *Adubação orgânica*

A adubação orgânica tem sido prioridade em sistemas de base agroecológica, em razão dos benefícios diretos e indiretos que essa prática proporciona nas condições químicas, físicas e biológicas do solo. A utilização adequada dos fertilizantes orgânicos neste sistema de produção tem sido fundamental para a obtenção de boa produtividade e rentabilidade. No entanto, a proteção do ambiente (ar, água e solo) deve estar aliada à esta prática, de modo a alcançar um balanço positivo sob os aspectos da sustentabilidade.

Porém, a utilização de fertilizantes orgânicos de forma indiscriminada pode resultar em impactos negativos ao ambiente, como contaminação de águas subterrâneas e superficiais, pela lixiviação e arraste superficial pelas águas das chuvas, acúmulos de nutrientes em níveis tóxicos no solo, principalmente os metais pesados decorrentes da aplicação de composto de lixo, lodo de esgoto e dejetos de suíno, por anos consecutivos. Por outro lado, a aplicação adequada desses fertilizantes contribui para o aumento da produtividade das lavouras. A fertilização orgânica a longo prazo melhora significativamente a disponibilidade de nutrientes, a atividade biológica do solo, os teores de carbono e o pH do solo, o que reflete no aumento do rendimento das culturas (LI *et al.*, 2018; CAI *et al.*, 2019) e na qualidade pós-colheita.

No manejo da fertilidade do solo é necessário definir limites críticos e assegurar que os teores de nutrientes nos solos sejam mantidos logo acima desses limites para não ter perdas de produtividade. Manter os teores de nutrientes no solo muito acima do valor crítico, constitui-se gasto financeiro desnecessário e pode ter implicações ambientais. Assim, os fertilizantes orgânicos devem ser fornecidos por meio da adubação, quando os teores de nutrientes no solo estão abaixo dos níveis críticos para a cultura em questão.

As fontes orgânicas, de modo geral, apresentam baixas concentrações de nutrientes, comparado aos adubos minerais, o que necessita de doses mais elevadas para suprir as plantas de forma satisfatória, podendo onerar os custos com a aquisição, transporte e mão-de-obra para sua aplicação. Dessa forma, o planejamento da adubação

orgânica com antecedência é fundamental para ter tempo hábil de escolher a fonte ou combinação de fontes orgânicas de menor custo e realizar a compostagem quando necessário. Neste contexto, a adubação verde torna-se uma prática interessante pois, além de permitir um aporte considerável de nitrogênio às áreas de cultivo, dispensa o transporte e a distribuição da biomassa no campo.

A adubação orgânica pode ser realizada com ampla variedade de resíduos de origem animal e vegetal, além da adubação verde, que, após a sua decomposição, resulta na mineralização de nutrientes (CARMO *et al.*, 2016). A eficiência agrônômica da adubação orgânica com resíduos orgânicos, dependem das características físicas, químicas, biológicas e graus de humificação que regulam as taxas de mineralização/liberação de nutrientes na forma assimilável para as plantas. Assim, resíduos não estabilizados devem-se passar pelo processo de compostagem, visando acelerar o processo de decomposição para ter sua eficiência aumentada.

Os efeitos da adubação orgânica nos atributos do solo são dependentes das doses e das fontes utilizadas, que são muito variáveis quanto a composição química, física e biológica (ABREU JÚNIOR *et al.*, 2005). As principais alterações dos atributos químicos do solo com esta prática, ocorrem principalmente na matéria orgânica, na disponibilidade de nutrientes, na capacidade de troca de cátions (CTC) e no pH (CARMO *et al.*, 2016).

#### *Adubação verde*

A adubação verde pode ser cultivada em rotação, sucessão ou associada aos cultivos. Refere-se ao cultivo espécies vegetais para produção de biomassa que, após seu corte, são adicionadas ao solo, visando principalmente aumentar a matéria orgânica do solo, reciclar nutrientes e proteger o solo (SOUZA *et al.*, 2012). A adubação verde com leguminosas, por exemplo, é fonte de N na agricultura, em razão do seu aporte elevado, superior à maioria das espécies vegetais, proporcionado pela fixação biológica de N atmosférico (FAGERIA *et al.*, 2013). Pode proporcionar melhorias nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, com impactos diretos na redução de custo com fertilizantes (HÖDTKE *et al.*, 2016), além das contribuições residuais de nutrientes e matéria orgânica nos cultivos subsequentes (SOUZA *et al.*, 2019).

#### *Rochagem*

O pó de rocha é um insumo alternativo e complementar para a fertilização dos solos e nutrição das plantas. A utilização de rochas moídas visando fornecer nutrientes para as plantas é prática rotineira na agricultura, tendo como exemplos clássicos a aplicação de calcários e fosfatos naturais (LUZ *et al.*, 2010; MEERT *et al.*, 2009). O Brasil possui excelente geodiversidade, com rochas distintas em aspectos químicos e físicos em diferentes regiões, capazes de fornecer ampla variedade de nutrientes tais como

fósforo, potássio, cálcio, magnésio, além dos micronutrientes (ASSIS, 2015). A adição de pó de rocha ao solo pode favorecer a resistência das plantas a estresses bióticos e abióticos, mediante a melhoria nutricional das plantas (MELAMED *et al.*, 2007).

Na prática da rochagem deve-se priorizar rochas mais próximas da região de utilização em razão do custo com transporte. As principais vantagens desta prática consistem na liberação de nutrientes de forma gradual, redução das perdas por lixiviação e adsorção no solo (SOUZA *et al.*, 2013; NUNES *et al.*, 2014), fornecimento de silício que é considerado um elemento benéfico na resistência ao ataque de patógenos (SANTOS *et al.*, 2014) e fornecimento de vários nutrientes de forma simultânea (ASSIS, 2015). Além disso, apresenta baixo custo, em relação aos adubos minerais de alta solubilidade, desde que seguidos os critérios técnicos e econômicos, em razão da possibilidade de reduzir o número de aplicações, uma vez que a liberação de nutrientes é lenta, podendo aplicar doses mais elevadas e assegurar o fornecimento de nutrientes por períodos mais longos (NUNES *et al.*, 2014).

#### *Manejo integrado de nutrientes*

O uso combinado de diversas práticas, tais como adubação orgânica, controle de erosão para minimizar as perdas de nutrientes, ciclagem de nutrientes com rotação/sucessão de culturas (PRETTY, 2008; SOLTANGHEISI *et al.*, 2018), adubação verde com leguminosas e rochagem, aliado ao manejo da biomassa local com cobertura permanente do solo, são medidas fundamentais para diminuir as perdas por lixiviação e/ou volatilização, aumentar a matéria orgânica do solo e a ciclagem de nutrientes. Essas combinações podem fornecer macro e micronutrientes advindos de diversos processos e estimular a biomassa microbiana do solo que potencializa a disponibilidade de nutrientes.

A utilização de plantas capazes de solubilizar o P indisponível do solo na rotação/sucessão de culturas pode favorecer o aumento da disponibilidade deste elemento para as culturas de interesse econômico (TELES *et al.*, 2017). As plantas podem utilizar várias estratégias para interceptar e absorver o P, tais como aumentar a relação raiz/parte aérea, liberar enzima fosfatase e/ou compostos orgânicos mediante a exsudação radicular e através de associação micorrizas (RHEINHEIMER *et al.*, 2019).

No estudo de Oliveira Júnior *et al.* (2014) foram reunidos os principais impactos nos recursos naturais e serviços ecossistêmicos, advindos do manejo agroecológico do solo: ativação microbiana, estruturação do solo, armazenamento de água, diminuição dos processos erosivos, menor deposição de sedimentos nos corpos d'água e aumento da biodiversidade local.

## Considerações finais

As práticas de manejo citadas anteriormente podem contribuir para o aumento das produtividades das culturas, seja diretamente através do fornecimento e ciclagem de nutrientes, ou indiretamente, através da melhoria das condições físico-hídricas e microbiológicas do solo, principalmente pelo armazenamento de água e manutenção da temperatura do solo, dentre outros serviços ecossistêmicos. Um solo com boas condições microbiológicas pressupõe a presença de variadas formas de microrganismos interagindo entre si e com os componentes minerais e orgânicos do solo. Essa dinâmica exerce uma função essencial na agregação do solo, de modo a torná-lo grumoso e permeável para o ar e para a água.

A agricultura agroecológica oferece um conjunto de práticas e caminhos para uma agricultura sustentável sob todos os aspectos, pois integra as dimensões ecológicas, econômicas e sociais nos sistemas agroalimentares. O planejamento, a gestão, a associação de práticas sustentáveis de manejo de acordo com as especificidades de cada agroecossistema e o monitoramento dos indicadores técnicos, econômicos, ambientais e sociais são fundamentais para o sucesso da agricultura agroecológica mais produtiva e mais rentável.

Um agroecossistema manejado com boas práticas de manejo pode aumentar a resiliência ecológica, especialmente em relação às condições climáticas voláteis; conservar a biodiversidade e os recursos naturais, como matéria orgânica do solo, água, diversidade genética das culturas e inimigos naturais de pragas; melhorar a estabilidade econômica com fontes de renda mais diversas e reduzir a vulnerabilidade às oscilações dos preços das mercadorias; e atenuar os efeitos das mudanças climáticas através da dependência reduzida de insumos agrícolas baseados em combustíveis fósseis, aumento do sequestro de carbono e captura de água no solo.

## Referências

ABREU JÚNIOR, C. H. *et al.* Uso agrícola de resíduos orgânicos: Propriedades químicas do solo e produção vegetal. *In*: TORRADO, P. V.; ALLEONI, L. R. F.; COOPER, M. **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. p. 391–479.

ADIMASSU, Z.; ALEMU, G.; TAMENE, L. Effects of tillage and crop residue management on runoff, soil loss and crop yield in the Humid Highlands of Ethiopia. **Agricultural Systems**, v. 168, n. 1, p. 11–18, 2019.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia**: Bases científicas para uma agricultura sustentável. 3º ed. São Paulo, Rio de Janeiro: Expressão Popular, AS-PTA, 2012.

ALVAREZ V., V. H. *et al.* Interpretação dos resultados das análises de solos. *In*: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: CFSEMG, 1999b. cap. 5, p. 25–32.

ALVES, F. V.; LAURA, V. A.; ALMEIDA, R. G. **Sistemas agroflorestas**: Agropecuária sustentável. Embrapa. Brasília, 2015.

ASSIS, L. B. **Agroecologia sob a visão do direito**: estudo do manejo da rochagem como demonstração de que a agroecologia é instrumento de direito à alimentação e de preservação da vida. Goiânia, 2015, 101 p. Dissertação (Mestrado em Direito Agrário) - Universidade Federal de Goiás, 2015.

BLANCO-CANQUI, H.; LAL, R. Crop residue removal impacts on soil productivity and environmental quality. **Critical Reviews in Plant Science**, v. 28, p. 39–163, 2009.

BOGUNOVIC, I. *et al.* Tillage management impacts on soil compaction, erosion and crop yield in Stagnosols (Croatia). **Catena**, v. 160, p. 376–384, 2018.

BOMMARCO, R.; KLEIJN, D.; POTTS, S. G. Ecological intensification: harnessing ecosystem services for food security. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 28, n. 4, p. 230–238, 2013.

BORGES, T. K. S. *et al.* Influência de práticas conservacionistas na umidade do solo e no cultivo do milho (*Zea mays* L.) em semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 6, p. 1862–1873, 2014.

CAI, A.; XU, M. *et al.* Manure acts as a better fertilizer for increasing crop yields than synthetic fertilizer does by improving soil fertility. **Soil and Tillage Research**, v. 189, p. 168–175, 2019.

CANELLAS, L. P. *et al.* Reações da Matéria Orgânica. *In*: SANTOS, G. A. *et al.* **Fundamentos da matéria orgânica do solo**. Ecossistemas tropicais e subtropicais. 2ª Ed. Porto Alegre, 2008. p. 45–65.

CANTARUTTI, R. B. *et al.* Avaliação da fertilidade do solo e recomendação de fertilizantes. *In*: NOVAIS, R. F. *et al.* **Fertilidade do solo**. Viçosa-MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. cap. 13. p. 769–850.

CÁRCER, P. S. *et al.* Long-term effects of crop succession, soil tillage and climate on wheat yield and soil properties. **Soil and Tillage Research**, v. 190, p. 209–219, 2019.

CARMO, D. L.; LIMA, L. B.; SILVA, C. A. Soil fertility and electrical conductivity affected by organic waste rates and nutrient inputs. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 40, p. 1–17, 2016.

COLECCHIA, S. A.; RINALDI, M.; DE VITA, P. Effects of tillage systems in durum wheat under rainfed Mediterranean conditions. **Cereal Research Communications**, v. 43, p. 704–716, 2015.

- CONCEIÇÃO, P. C. *et al.* Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 777–788, 2005.
- COPEC, K. *et al.* Effects of tillage systems on soil water content and yield in maize and winter wheat production. **Plant, Soil and Environment**, v. 61, p. 213–219, 2015.
- CORBIER-BARTHAUX, C.; LOYER, D.; RICHARD, J. F. DMC at a glance: A quick DMC refresher for hurried readers. *In: Direct seeding mulch-based cropping systems (DMC)*. Paris: AFD-FFEM, 2007. p. 11–12.
- CORDEIRO, L. A. M. *et al.* **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 32, n. 1/2, p. 15–43, 2015.
- DAINESE, M. *et al.* A global synthesis reveals biodiversity-mediated benefits for crop production. **Science Advances**, v. 5, p. 1–13, 2019.
- DAMATTA, F. M. *et al.* Ecophysiology of coffee growth and production. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 19, p. 485–510, 2007.
- D'ANNOLFO, R. *et al.* A review of social and economic performance of agroecology. **International Journal of Agricultural Sustainability**, v. 15, n. 6, p. 632–44, 2017.
- DELAUNE, P. B.; SIJ, J. W.; KRUTZ, L. J. Impact of soil aeration on runoff characteristics in dual-purpose no-till wheat systems. **Journal of Soil and Water Conservation**, v. 68, p. 315–324, 2013.
- DURU, M.; THEROND, O.; FARES, M. Designing agroecological transitions; A review. **Agronomy Sustainable Development**, v. 35, n. 1, p. 1–21, 2015.
- FAGERIA, N. K. *et al.* Growth of Tropical Legume Cover Crops as Influenced by Nitrogen Fertilization and Rhizobia. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 44, p. 3103–3119, 2013.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **Building a Common Vision for Sustainable Food and Agriculture: Principles and Approaches**, 2014.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **World Food and Agriculture - Statistical Pocketbook 2020**. Rome, 2020.
- FEIDEN, A. Agroecologia: introdução e conceitos. *In: AQUINO, A. M.; ASSIS, R. L. Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005. p. 50–70.

FERRAZ, R. P. D. *et al.* Serviços ecossistêmicos: relações com a agricultura. *In*: FERRAZ, R. P. D. *et al.* **Marco referencial em serviços ecossistêmicos**. Brasília, DF: Embrapa Solos, 2019. p. 89–107.

FRANCIS, C. *et al.* Agroecology: The ecology of food systems. **Journal of Sustainable Agriculture**, v. 22, n. 3, p. 99–118, 2003.

GALINDO, E. *et al.* Efeitos da pandemia na alimentação e na situação da segurança alimentar no Brasil. **Food for Justice Working Paper Series**, n. 4. Berlin: Food for Justice: Power, Politics, and Food Inequalities in a Bioeconomy. 2021.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia**: processos ecológicos em agricultura sustentável. 4<sup>o</sup> ed. Porto Alegre: Editora Universidade, UFRGS, 2009.

GLIESSMAN, S. R. Transforming food systems with agroecology. **Agroecology and Sustainable Food Systems**, v. 40, n. 3, p. 187–189, 2016.

GODFRAY, H. C. J. *et al.* Food security: the challenge of feeding 9 billion people. **Science**, v. 327, p. 812–818, 2010.

GUIMARÃES, P. T. G.; REIS, T. H. P. Nutrição e adubação do cafeeiro. *In*: REIS, P.R.; CUNHA, R. L. **Café arábica**: do plantio à colheita. Lavras: EPAMIG, 2010. p. 343–414.

HELLAL, F. A.; NAGUMO, F.; ZEWAINY, R. M. Influence of phospho-composting on enhancing phosphorus solubility from inactive rock phosphate. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 6, n. 5, p. 268–276, 2012.

HIRAKURI, M. H. *et al.* **Sistemas de produção**: conceitos e definições no contexto agrícola. Londrina: Embrapa Soja, 2012. (Embrapa Soja. Documentos, 335).

HÖDTKE, M.; ALMEIDA, D.L.; KÖPKE, U. Intercropping of maize and pulses: an evaluation of organic cropping systems. **Organic Agriculture**, v. 6, p. 1–17, 2016.

HOFMEIJER, M. A. J. *et al.* Effects of reduced tillage on weed pressure, nitrogen availability and winter wheat yields under organic management. **Agronomy**, v. 9, p. 1–12, 2019.

JACOBS, A.; RAUBER, R.; LUDWIG, B. Impact of reduced tillage on carbon and nitrogen storage of two Haplic Luvisols after 40 years. **Soil and Tillage Research**, v. 102, p. 158–164, 2009.

JOHNSTON, A. E.; POULTON, P. R.; COLEMAN, K. Soil organic matter: its importance in sustainable agriculture and carbon dioxide fluxes. **Advances in Agronomy**, v. 101, p. 1–57, 2009.

LEPSCH, I. F. *et al.* **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. 4ª aproximação. Campinas: SBCS, 1991.

LI, C. X.; YUN, S. H. A. O.; ZHANG, L. L. Effects of long-term organic fertilization on soil microbiologic characteristics, yield and sustainable production of winter wheat. **Journal of integrative agriculture**, v. 17, n. 1, p. 210–219, 2018.

LIERE, H.; JHA, S.; PHILPOTT, S. M. Intersection between biodiversity conservation, agroecology, and ecosystem services. **Agroecology and Sustainable Food Systems**, v. 41 n. 7, p. 723–60, 2017.

LÓPEZ-BRAVO, D. F.; VIRGINIO-FILHO, E. M.; AVELINO, J. Shade is conducive to coffee rust as compared to full sun exposure under standardized fruit load conditions. **Crop Prot**, v. 38, p. 21–29, 2012.

LUZ, A. B. *et al.* Rochas, minerais e rotas tecnológicas para a produção de fertilizantes alternativos. *In*: CHAVES, F. R.; LUZ, F. A. B.; CASTILHOS, Z. C. **Agrominerais para o Brasil**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2010. cap. 4, p. 61–88.

MANGALASSERY, S.; KALAIVANAN, D.; PHILIP, P. S. Effect of inorganic fertilisers and organic amendments on soil aggregation and biochemical characteristics in a weathered tropical soil. **Soil and Tillage Research**, v. 187, p. 144–151, 2019.

MARIN, F. R. *et al.* Intensificação sustentável da agricultura brasileira: cenários para 2050. **Revista de Política Agrícola**, v. 25, n. 3, p. 108–124, 2016.

MEERT, L. *et al.* Produtividade e rentabilidade da soja cultivada com fontes alternativas de nutrientes em Guarapuava, PR. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, p. 3371–3374, 2009.

MELAMED, R.; GASPAR, J. C.; MIEKELEY, N. Pó de rocha como fertilizante alternativo para sistemas de produção sustentáveis em solos tropicais. **Série estudos e documentos**. Brasília: CETEM/MCT, 2007.

MENDONÇA, V. Z. *et al.* Liberação de nutrientes da palhada de forrageiras consorciadas com milho e sucessão com soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, p. 183–193, 2015.

MEURER, K. H. E. *et al.* Tillage intensity affects total SOC stocks in boreo-temperate regions only in the topsoil-A systematic review using an ESM approach. **Earth Science Review**, v. 177, p. 613–622, 2018.

MIKKELSEN, R. Intensificação sustentável para proteger os recursos do solo. **Informações Agrônomicas**, n. 150, p. 18–19, 2015.

- NOCE, M. A. *et al.* Influência da palhada de gramíneas forrageiras sobre o desenvolvimento da planta de milho e das plantas daninhas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 7, n. 3, p. 265–278, 2008.
- NUNES J. M. G.; KAUTZMANN, R. M.; OLIVEIRA, C. Evaluation of the natural fertilizing potential of basalt dust wastes from the mining district of Nova Prata (Brazil). **Journal of Cleaner Production**. v. 84, p. 649–56, 2014.
- OEHL, F. *et al.* Kinetics of microbial phosphorus uptake in cultivated soils. **Biology and Fertility of Soils**, v. 34, p. 31–41, 2001.
- OLIVEIRA, F. L. R. *et al.* Crescimento inicial de eucalipto e acácia, em diferentes arranjos de integração lavoura-pecuária-floresta. **Cerne**, v. 21, n. 2, p. 227–233, 2015.
- OLIVEIRA JÚNIOR, C. J. F.; SANTOS, J. L.; MAXIMO, H. C. A agroecologia e os serviços ambientais. **Nature and Conservation**, v. 7, n. 1, p. 19–32, 2014.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS - ONU. **Transforming Our World: the 2030 Agenda for Sustainable Development**, 2015.
- PAVINATO, P. S.; ROSOLEM, C. A. Disponibilidade de nutrientes no solo - decomposição e liberação de compostos orgânicos de resíduos vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 911–920, 2008.
- POPULATION PYRAMID - PP. **População: Mundo 2019**. Disponível em: <https://www.populationpyramid.net/pt/mundo/2021/>. Acesso em: 26 fevereiro 2021.
- PRETTY, J. Agricultural sustainability: Concepts, principles and evidence. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 363, p. 447–465, 2008.
- PROCHNOW, L. I.; CANTARELLA, H. Manejo do solo visando o aumento da produtividade das culturas. **Informações Agronômicas**, n. 150, p. 9–11, 2015.
- RHEINHEIMER, D. S. *et al.* Phosphorus distribution after three decades of different soil management and cover crops in subtropical region. **Soil & Tillage Research**, v. 192, p. 33–41, 2019.
- RUSINAMHODZI, L. *et al.* A meta-analysis of long-term effects of conservation agriculture on maize grain yield under rain-fed conditions. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 31, p. 657–673, 2011.
- SAATH, K. C. O.; FACHINELLO, A. L. Crescimento da demanda mundial de alimentos e restrições do fator terra no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 56, n. 2, p. 195–212, 2018.
- SANTOS, J. L. Intensificação sustentável: um novo modelo tecnológico na agricultura. Cultivar. **Cadernos de Análise e Prospectiva**, n. 3, p. 13–21, 2016.

- SANTOS, J. F.; SILVA, E. D.; BESERRA, A. C. Produção agroecológica de batata em relação às doses de pó de rocha. **Revista Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v. 8, p. 29–35, 2014.
- SILES, P.; HARMAND, J. M.; VAAST, P. Effects of *Inga densiflora* on the microclimate of coffee (*Coffea arabica* L.) and overall biomass under optimal growing conditions in Costa Rica. **Agroforestry Systems**, v. 78, p. 269–286, 2010.
- SMUKLER, S. M. *et al.* Biodiversity and multiple ecosystem functions in an organic farmscape. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 139, p. 80–97, 2010.
- SOLTANGHEISI, A. *et al.* Changes in soil phosphorus lability promoted by phosphate sources and cover crops. **Soil and Tillage Research**, v. 179, p. 20–28, 2018.
- SOUZA, B. J. *et al.* Residual Contribution of green manure to humic fractions and soil fertility. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**. v. 19, n. 4, p. 878–886, 2019.
- SOUZA, C. M. *et al.* **Adubação verde e rotação de culturas**. Viçosa: Ed. UFV, 2012.
- SOUZA, M. E. P. *et al.* Vermicomposting with rock powder increases plant growth. **Applied Soil Ecology**, v. 69, p. 56–60, 2013.
- STEVENSON, F. J. **Humus chemistry: genesis, composition, reactions**. New York: J. Wiley, 1994.
- STEVENSON, J. R. *et al.* Green Revolution research saved an estimated 18 to 27 million hectares from being brought into agricultural production. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 110, p. 8363–8368, 2013.
- TELES, A. P. B. *et al.* Do cover crops change the lability of phosphorus in a clayey subtropical soil under different phosphate fertilizers? **Soil use and management**, v. 33, p. 34–44, 2017.
- TIAN, S. T. *et al.* Crop yield and soil carbon responses to tillage method changes in North China. **Soil and Tillage Research**, v. 163, p. 207–213, 2016.
- VAN DE PUTTE, A. *et al.* Assessing the effect of soil tillage on crop growth. **European Journal of Agronomy**, v. 33, p. 231–241, 2010.
- WEZEL, A. *et al.* Agroecological practices for sustainable agriculture. A review. **Agronomy Sustainable Development**, v. 34, p. 1–20, 2014.

# CAPÍTULO 8

## O PAPEL DA AGROECOLOGIA E ETNOBOTÂNICA NA CONSERVAÇÃO DA (AGRO)BIODIVERSIDADE E NA SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL

Natália Sant'Anna de Medeiros, Paulo Prates Júnior,  
Marisa dos Santos Lisboa e José Geraldo de Aquino Assis

### Introdução

As plantas são responsáveis por transformar a energia do sol em alimentos, não apenas para nós humanos, mas para a imensa maioria dos seres vivos de nosso planeta, uma vez que fornecem fotoassimilados para animais e microrganismos. A produção de substâncias orgânicas pelas plantas mantém imensas e complexas cadeias alimentares que realizam funções ecossistêmicas essenciais, sendo seus usos ligados a todos os povos e nações.

A Botânica é um vasto domínio de estudos científicos, que engloba todos os aspectos da biologia das plantas, incluindo suas relações com outros seres vivos e com o ambiente. Entretanto, a origem do conhecimento do ser humano sobre os benefícios proporcionados pelas plantas confunde-se com sua própria história. Seguramente, esse conhecimento surgiu ao passo que tentavam atender suas principais necessidades, por meio do acaso, métodos de tentativa/erro e observações, com outros fatores de natureza empírica. Isto permitiu o desenvolvimento de sistemas agroalimentares, que engloba a produção e o consumo de alimento, baseados na (agro)biodiversidade, adaptadas ao longo do tempo as condições locais.

Porém, os modelos convencionais de produção e consumo de alimentos que ganhou espaço com a Revolução Verde durante a segunda metade do século XX, tem conduzido o mundo a uma espécie de achatamento cultural, com valorização extrema do político-econômico em detrimento de questões socioambientais e culturais. O resultado é a perda da agrobiodiversidade e do conhecimento botânico de diferentes povos e comunidades.

A Etnobotânica, enquanto campo de conhecimento científico busca estudar bens busca estudar bens simbólicos, laços de pertencimento, práticas, acervos de dados, percepções sobre o mundo, o corpo e a vida que são repassados através das gerações (DIEGUES, 2000; PIRIZ, 2014). A Agroecologia, por sua vez, deve organizar o conhecimento empírico de diferentes povos e o conhecimento acadêmico, de modo a contribuir para os debates científicos atuais relativos à conservação da (agro)biodiversidade e da diversidade cultural, de modo a delinear sistemas agroalimentares mais sustentáveis.

A Agroecologia ao reconhecer outras formas de conhecimento, estabelece

uma aproximação com saberes populares e movimentos socioculturais (PRATES JÚNIOR *et al.*, 2016). Isto possibilita a produção de conhecimento diferenciado, considerando que os atores envolvidos no diálogo representam alicerces específicos a respeito do conhecimento sobre o mundo, em relação à natureza, seres humanos e sociedade (RIST, DAHDOUH-GUEBAS, 2006).

O objetivo do presente capítulo foi apresentar informações sobre conservação da (agro)biodiversidade, segurança alimentar e nutricional à luz da Etnobotânica e Agroecologia. Para tanto, é necessário reconhecer a existência de culturas alimentares que foram esquecidas ou subutilizadas durante séculos, incluindo plantas com potencial alimentício, medicinal, ornamentais, simbólicas e ritualísticas. Além de construir estratégias políticas e governamentais capazes de promover a soberania alimentar e nutricional.

### **Agroecologia e sistemas agroalimentares**

Os sistemas agroalimentares não precisam apenas produzir alimentos em quantidade suficiente para atender à demanda de uma população mundial em crescimento acelerado, mas deve também possibilitar a produção de alimentos de qualidade. A Revolução Verde, ocorrida no pós-guerra, durante a segunda metade do século XX, permitiu a produção de alimentos em excedente (MAZOYER, ROUDART, 2010) por meio do uso de tecnologias que simplificam os sistemas agroalimentares e estabelecem um viés econômico. Isto resultou em má distribuição de renda, associado a problemas socioambientais e culturais, que geram miséria, fome e má nutrição (GOULD, 2017), portanto não favorecem a segurança alimentar e nutricional.

Neste momento a pergunta que os leitores devem fazer é: "Se a produção de alimentos é superior à quantidade que seria necessária para alimentar a população mundial, porque existe fome e insegurança alimentar e nutricional?". A resposta envolve questões geopolíticas e econômicas em nível global, mas relaciona-se também aos modelos de sistemas agroalimentares que não favorecem a saúde, a justiça e a sustentabilidade.

Pergunta-se: "Como possibilitar equidade, disponibilidade e acesso aos alimentos?" Primeiramente é necessário valorizar os bens naturais, que são a base que sustenta e possibilita a produção agrícola, incluindo o solo, a água e a (agro)biodiversidade. Além disso, é necessário que os sistemas agroalimentares incluam as pessoas e valorizem a diversidade sociocultural. Portanto, os aspectos ambientais e sociais precisam estar alinhados, conforme estabelecido por estudiosos de sistemas agroalimentares mais sustentáveis.

Na busca por alinhar aspectos das ciências naturais e sociais surgiu a Agroecologia, ciência que pode ser definida como a etnoecologia dos sistemas agroalimentares, (PRATES JÚNIOR *et al.*, 2016). Esta ciência tem reformulado perguntas para ressignificar as respostas, possibilitando transformar a realidade por meio de estratégias metodológicas e intencionais, capazes de delinear sistemas agroalimentares mais sustentáveis. Portanto, a Agroecologia precisa estudar e favorecer a adoção de tecnologias que, diferentemente dos modelos de agricultura convencionais, que não degradem a base de sustentação do sistema: os bens naturais e os seres humanos.

A produção de extensas áreas em monocultivos, por exemplo, suprime a agrobiodiversidade, favorece o aparecimento de pragas e doenças, aumenta o uso de

grandes quantidades de insumos industriais, a exemplo de fertilizantes sintéticos e agrotóxicos. Além disso, os sistemas convencionais são desenhados linearmente, sem considerar aspectos ecológicos e temporais, atendendo ao viés econômico de grandes corporações, sendo sustentados por ações políticas que permitem externalizar os impactos negativos e desfavorecer os mais vulneráveis em termos socioeconômicos.

Em contraste ao modelo convencional de produção e consumo de alimentos, as comunidades tradicionais, a exemplo das populações indígenas e quilombolas, possibilitam a conservação dos bens naturais, incluindo a (agro)biodiversidade, bem como rompe com a padronização alimentar, construída pela hegemonia da cultura ocidental em nível mundial e com o modelo convencional de produção. O uso da agrobiodiversidade nos sistemas produtivos favorece serviços ecossistêmicos, que minimizam as perdas de solo, água e maximizam o uso de recursos e energia, otimizando o uso da terra. A diversificação tem impactos positivos também no consumo de alimentos, favorecendo a segurança alimentar e nutricional (SAN), devido ao aumento de possibilidades em estabelecer dietas mais saudáveis, que atendam as especificidades de grupos locais.

Existem estratégias sociopolíticas e econômicas, em nível mundial, que dificultam a adoção de modelos agroalimentares mais sustentáveis, os quais favorecem a equidade e justiça. Portanto, cabe estabelecer estratégias de conscientização e sensibilização da sociedade, que constrói as etnociências e o ensino-educação, incluindo a valorização de plantas alimentícias não convencionais (PANC), plantas medicinais, ornamentais, recreativas e ritualísticas, tanto em nível global quanto em nível local: nos jardins, vasilhos, terreiros e quintais de cada um de nós.

### **Agroecologia e Etnobotânica na conservação da (agro)biodiversidade: questões reflexivas e pedagógicas**

A conservação e o manejo da (agro)biodiversidade é um tema central para aumentar a sustentabilidade de sistemas agroalimentares. Neste contexto, emergem os conceitos de soberania alimentar e a etnodiversidade, uma vez que os seres humanos são não apenas usuários da (agro)biodiversidade, mas também seletores e geradores de diversidade. Existe uma imensa variedade de espécies cultivadas que foram selecionadas, geradas e melhoradas durante milênios, por grupos humanos, conforme suas necessidades. Entretanto, a superexploração dos bens naturais e os modelos de agricultura convencional tem reduzido demasiadamente a (agro)biodiversidade, impossibilitando o uso de uma grande variedade de plantas.

Estima-se que com o advento da Revolução Verde, cerca de 75 % da diversidade genética de plantas cultivadas tenham sido perdidas (SCHRÖDER *et al.*, 2007). Isto se relaciona aos modelos convencionais de sistemas agroalimentares que promovem o êxodo rural, juntamente com recomendações de manejo que levam a adoção de pacotes tecnológicos que incluem sementes comerciais, resultando na desvalorização de variedades e saberes tradicionais (PRATES JÚNIOR *et al.*, 2014). Os principais detentores da (agro)biodiversidade são populações tradicionais, o que leva a necessidade de estabelecer estratégias para construir a soberania alimentar destes povos. O conhecimento destas comunidades sobre ecossistemas e relações ecológicas são incalculáveis em termos monetários (DIAS *et al.*, 2009), implicando em ações

etnociências, políticas e pedagógicas para ampliar a autonomia dos agricultores e valorizar práticas tradicionais.

### **Plantas alimentícias não convencionais: uso e valorização da agrobiodiversidade**

O termo Plantas Alimentícias não Convencionais, designado pelo acrônimo PANC, tem ganhado grande destaque, estando presente nas mídias, sendo considerado nas políticas públicas nacional e estaduais. Vale destacar a Lei N° 4.813 do Estado do Amazonas, de 17 de abril de 2019, que cria o Programa de Incentivo ao Cultivo e Comercialização de Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC).

Há, entretanto, ainda, controvérsia sobre o conceito de PANC, pois inclui um amplo espectro de plantas que não são comercializadas em grande escala. Podem incluir hortaliças tradicionais mas que, por vários motivos, vem caindo em desuso; podem ser plantas comuns em determinadas regiões do país, ou mesmo outros países, mas que são pouco conhecidas pela população de modo geral ou, podem, ainda ser plantas nativas ainda subutilizadas.

No caso das plantas nativas, ruderais ou aquelas mantidas na agricultura tradicional, é comum encontrarmos valores nutricionais destacados, por não serem espécies (ou populações) que passaram por processos de seleção intensa que implicam na redução da variabilidade genética e, conseqüentemente, podem afetar negativamente as características nutricionais. Isto porque o processo de seleção, no melhoramento genético, visa principalmente caracteres de produtividade em detrimento do valor nutricional.

Há espécies de PANC que se destacam em propriedades nutricionais em relação às comuns no mercado. É o caso da beldroega (*Portulaca oleracea* L.), que contém altos teores de ômega 3, beta-caroteno, vitamina C, ferro e cálcio; da taioba (*Xanthosoma taioba* E.G.Gonç), rica em carboidratos, proteínas, nitrogênio, ferro, minerais, luteína e vitaminas A e C; da ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* Mill.), rica em ácido ascórbico, luteína, zinco e magnésio; e a bertalha (*Basella alba* L.), rica em zinco e vitamina C (NACHTIGALL *et al.*, 2007; ISOBE *et al.*, 2009; OLIVEIRA *et al.*, 2013; SILVA, 2016; MADEIRA *et al.*, 2018; HUNTER *et al.*, 2019).

Essas hortaliças tradicionais devem ter seu uso estimulado e seu cultivo teria papel importante em um sistema agroecológico quando se pensa na Segurança Alimentar e Nutricional, sobretudo considerando que estas plantas possuem inserção nestes sistemas conduzidos por pequenos agricultores e comunidades rurais e são, na maioria dos casos, plantas de fácil cultivo.

O reconhecimento e uso destas hortaliças tradicionais é variável, em relação a região geográfica. Assim, a ora-pro-nobis é tradicional no estado de Minas Gerais, havendo inclusive um festival anual, em torno da planta na cidade de Sabará, distrito de Pompeu, onde esta planta é protagonista nos restaurantes locais (Figura 1).



**Fonte:** Autores. Arquivo pessoal (ASSIS, 2019).

**Figura 1.** Pratos do restaurante JP, em Pompeu, Sabará, Minas Gerais, contendo ora-pro-nobis e plantio no fundo do restaurante.

De modo geral, o estado de Minas Gerais tem se destacado na produção e comercialização de PANC. Mesmo na capital é possível encontrar diversas espécies de uso tradicional como as mostradas na figura 2 a seguir registrada no Mercado Central de Belo Horizonte.

Também, servem como exemplos de espécies de tradição regional e que em outras são tratadas como PANC, o maxixe (*Cucumis anguria* L.) comum na região Nordeste; o jambu (*Acmela oleracea* L.), na região norte; e a gila (*Cucurbita ficifolia* Bouché), na região sul, sendo que na cidade de Bom Jesus, no Rio Grande do Sul, acontece anualmente a Festa da Gila, promovendo a manutenção da identidade das pessoas com as plantas locais.

Existem ainda plantas cultivadas exóticas, ainda sem tradição no país, mas com grande potencial para sistemas agroecológicos como a chaya, *Cnidoscolus acinitifolius* (Mill.) I.M.Juhnst., arbusto de fácil cultivo e crescimento rápido e que possui folhas ricas em ferro (SANTOS *et al.*, 2016), contribuindo para a segurança alimentar e nutricional dos consumidores.

Uma espécie exótica, considerada PANC no Brasil, mas com produção comercial em outros países é a fisália (*Physalis peruviana* L.) que atualmente é importada da Colômbia, sendo originária da região andina. Há, ainda às espécies tradicionalmente utilizadas *Physalis angulata* L. e *Physalis pubescens* L. que apresentam altos teores de fósforo e de aminoácidos essenciais, a exemplo da leucina, lisina, isoleucina, valina e triptofano, inclusive, com valores acima daqueles recomendados pela OMS/FAO (KINUPP, BARROS, 2008; MELO *et al.*, 2018).



**Fonte:** Autores. Arquivo pessoal (ASSIS, 2019).

**Figura 2.** Exemplos de plantas alimentícias não convencionais (hortaliças tradicionais) no Mercado Central de Belo Horizonte.

Existem ainda espécies nativas importantes que são consideradas espécies não convencionais por terem quase exclusivamente exploração extrativista em escala regional, como o licuri (*Syagrus coronata* Mart. Becc.) e o umbu (*Spondias tuberosa* Arruda), comuns em regiões semiáridas do Nordeste e o butiá (*Butia capitata* (Mart.) Becc, distribuído na região Sul do país, etc. Estas frutíferas nativas assim como as hortaliças tradicionais, tem valores nutricionais destacados, bem registrados na literatura. O butiá, por exemplo, se destaca em teores de potássio, sendo equivalente ao da acerola (KINUPP, BARROS, 2008). A mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes), a guabiropa (*Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg e *C. xanthocarpa* (Mart.) O.Berg) e o camu camu (*Myrciaria dúbia* (Kunth) McVaugh) apresentam teores de vitamina C superiores a limão, tangerina e laranja (HUNTER *et al.*, 2019). Portanto, contribui para a manutenção da (agro)biodiversidade e promoção da segurança alimentar e nutricional que é reconhecido pela Agroecologia como promotor de sistemas agroalimentares mais sustentáveis.

### **Plantas medicinais e valorização de saberes populares: ensino, pesquisa e extensão**

As plantas com propriedades terapêuticas sempre estiveram presentes na vida de muitas famílias e comunidades, muitas vezes sendo a única alternativa para o cuidado da saúde (MARQUES, SILVA, 2018). Estes saberes, assim como as comunidades que os detém, são distintos e dinâmicos, e passam por constantes adaptações (HANAZAKI, 2003). Essas práticas estão intimamente ligadas ao dia a dia de diversas comunidades,

não se limitando apenas ao uso terapêutico, abrangem outros costumes, tais como uso alimentar e práticas ritualísticas distintas, associadas à religiosidade (MARQUES, SILVA, 2018), que tem um aspecto identitário e de autonomia.

Estudos apontam as pessoas idosas como as principais detentoras do conhecimento tradicional, ditas “especialistas tradicionais”. Na comunidade de Pitangueiras, em São Francisco do Conde - Bahia, por exemplo, estes especialistas quando questionadas sobre a utilização das plantas em sua vida cotidiana, falam com entusiasmo, contam as histórias vividas naquela comunidade, explicam em detalhes suas relações com as práticas e cuidados da saúde utilizando plantas (Figura 3). Conduzem pesquisadores nas caminhadas informais apresentando as plantas em seu habitat (Figura 4). Além do cuidado com a saúde, existem sentimentos de respeito com a natureza e ritos de coleta, uma vez que em algumas comunidades têm-se o costume de observar os horários de coleta, no caso das 06 às 10 horas da manhã. Do mesmo modo, outras comunidades têm outras especificidades no que se refere às coletas das plantas, pois é necessário solicitar a permissão à planta antes de coletá-la.



**Maracujá da praia (*Passiflora foetida* L.)**



**Carda (*Cereus fernambucensis*)**

**Arcançú (*Periandra mediterranea*) (Vell.)**

**Fonte:** Marisa Lisboa.

**Figura 3.** Plantas medicinais utilizadas em comunidades tradicionais na Bahia.

Na comunidade de Pitangueiras, certa vez, ao ser indagado, como aprendeu sobre o uso das plantas, um senhorzinho de 80 anos, respondeu: “minha mãe era traquina nas folhas”, uma forma peculiar de falar sobre o conhecimento adquirido acerca das plantas. Em uma comunidade do Litoral Norte da Bahia, uma criança com apenas oito anos de idade relatou acerca do conhecimento sobre os saberes e fazeres acerca das plantas medicinais, ao ser questionada como aprendeu tal façanha, argumentou “foi vendo minha tia fazendo”. Esses relatos comprovam que os saberes e fazeres sobre o uso de plantas atravessa gerações e ainda é transmitido por meio da oralidade e observação.

Embora, essa tradição possa ser observada em diversas comunidades tradicionais, hoje corre o risco de se perder no tempo. Em vários estudos realizados, sobre os usos de plantas para fins terapêuticos e/ou ritualísticos, constatou-se que vários fatores têm contribuído para tais perdas, como a urbanização das cidades e a migração da comunidade rural para área urbana, aliados à perda de quintas e ao desinteresse dos mais jovens pelo conhecimento a respeito do uso das plantas (VEIGA-JUNIOR, 2008). É necessário estabelecer ações reflexivas e pedagógicas capazes de valorizar os saberes dessas comunidades.



**Fonte:** Marisa Lisboa. Acervo do Farmácia da Terra – UFBA.

**Figura 4.** Fotos de algumas atividades no Projeto de Extensão Universitária FarTerra: caminhada informal para a coleta de plantas medicinais, que foram citadas pelos informantes nas comunidades tradicionais visitadas e atividade de cultivo com crianças em uma comunidade remanescente de quilombola.

A ação coletiva por parte dos detentores do conhecimento torna-se essencial para a manutenção da biodiversidade de plantas medicinais, dado que incentiva o resgate e o cultivo das plantas, valoriza conhecimentos e práticas tradicionais (MARQUES, SILVA, 2018). Portanto, é fundamental que se mantenha o modo de vida tradicional de tais comunidades, as quais possuem saberes e fazeres valiosos, pois é por meio valorização e existência do repertório cultural local e do ambiente ao seu redor que se mantém as condições indispensáveis para a existência deste conhecimento (CHOWDHURY, KOIKE, 2010).

Torna-se fundamental reconhecer que a inter-relação homem-planta estão associadas ao manejo, usos tradicionais dos elementos da flora, valores socioculturais, bem como as significações simbólicas, as crenças, dentre outros aspectos (ALEXIADES; 1996; BARRERA, 1979). Estes conhecimentos são, na verdade, consequência de uma coevolução entre as sociedades e seus ambientes naturais (DIEGUES; ARRUDA, 2001),

que não podem ser perdidas, pelo contrário, devem ser valorizados e incorporados nas agendas de pesquisas de estudiosos da Agroecologia. Além da pesquisa, incorporar a extensão universitária às atividades de produção de conhecimento e formação de pessoas atende ao princípio fundamental de indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão. Além disso, representa um caminho promissor a ser trilhado para superação da lacuna, pesquisa e prática, trazendo para o foco das atividades de produção de conhecimento, problemas visíveis aplicados (TOOMEY, 2016; ROCHA *et al.*, 2013), de grande interesse socioambiental e cultural.

Projetos de Etnobotânica, tal como o projeto de extensão permanente Farmácia da Terra da Faculdade de Farmácia e as diversas ACCS (Atividade Curricular em Comunidade e Sociedade), vinculados à Universidade Federal da Bahia (UFBA), tem viabilizado a conexão de pesquisas científicas com os saberes populares. A participação de estudantes em diversas atividades de extensão torna-se uma excelente ferramenta para o desenvolvimento de novas habilidades, uma vez que, trabalha a interdisciplinaridade e propicia engajamento em problemas socioambientais.

### **Quintais urbanos e segurança alimentar**

A construção das cidades, de um modo geral, é marcada por processos de ocupação desordenada ou sem planejamento estratégico, que ao longo da história gerou demandas referentes à saúde, infraestrutura, trabalho, moradia, educação que foram parcialmente supridas, ou não atendidas.

Dados da FAO (*Food and Agriculture Organization of the united nations*) revelaram que a população urbana do mundo superou em número, no ano de 2008, a população rural. Estimou-se que até 2030 cerca de 60 % da população mundial estará vivendo nas cidades agravando os índices de pobreza urbana e insegurança alimentar (FAO, 2000).

Embora a produção de alimentos esteja associada ao ambiente rural e ao campesinato, enquanto os centros urbanos são considerados consumidores dos produtos agrícolas vindos do campo, observa-se que ao longo do desenvolvimento urbano esse padrão vem sofrendo mudanças (SIVIERO *et al.*, 2011). Nesse cenário, a agricultura urbana pode ser uma ferramenta auxiliar para suprir a demanda de abastecimento de alimentos, garantindo acesso à alimentação adequada, de qualidade, livre de agrotóxicos e insumos químicos. Existem mais de 600 iniciativas de práticas agrícolas no ambiente urbano, em todas as regiões do Brasil (SANTANDREU, LOVO, 2007), as quais se relacionam a práticas de produção de alimentos para consumo próprio e comercialização nos mercados urbanos, em áreas públicas ou privadas, com tamanho e localização variada (COUTINHO, COSTA, 2011).

Os quintais permitem que as pessoas reproduzam práticas agrícolas no meio urbano. Esses espaços podem ser considerados espaços de resistência garantindo a interação dos seres humanos com os elementos do mundo natural, que representam redutos da (agro)biodiversidade e saberes tradicionais (AMOROZO, 2002; MONTEIRO, MENDONÇA, 2004; CARNIELLO *et al.*, 2010; SIVIERO *et al.*, 2011). Em cada quintal observam-se as particularidades definidas por variáveis demográficas, sociais, culturais, religiosas que influenciam a manutenção, bem como a composição e diversidade de espécies encontradas nesses espaços (KUMAR, NAIR, 2004). Em quintais de migrantes, por exemplo, podem conter variedades de plantas da região de origem da família,

conservando genótipos raros (AMOROZO, 2002), com características relevantes para alimentação e nutrição.

Na tentativa de melhor compreender esses processos de cultivo no espaço urbano, bem como possibilitar estratégias de garantia da segurança alimentar e nutricional, acesso a alimentos e valorização dos saberes e culturas, que estudos etnobotânicos são planejados e realizados (Figura 5).

Embora os levantamentos etnobotânicos estejam, em geral, associados às comunidades tradicionais rurais, com a mudança de paradigma das práticas agrícolas que também se fazem presentes no ambiente urbano muitos estudos etnobotânicos tem abordado a relação dos cidadãos com as plantas. Evidenciando que os saberes populares relacionados ao uso do componente vegetal também se encontram nas populações urbanas, conforme apresentado a seguir (MEDEIROS, 2015):

*"Meu quintal é uma roça"* (C.F.S., 31 anos).

*"O fato de ter vindo da roça a gente arruma um jeito de plantar"* (A.L.V, 43 anos).

*"O alimento que planto é livre de veneno, é mais seguro"* (C.A.R., 30 anos).



**Fonte:** Medeiros, 2015.

**Figura 5.** Cultivos nos quintais urbanos na cidade de Viçosa – MG. a) Plantas alimentares como couve, cebolinha, mamão; b) Plantas alimentares, medicinais como couve e arruda.

Estudos corroboram no que diz respeito ao prazer do cultivar, manutenção da cultura, estratégias de acesso a medicamentos, alimentos e a importância dos quintais (SIVIERO *et al.*, 2011; EICHEMBERG; AMOROZO, 2013; MEDEIROS, 2015; SILVA *et al.*, 2017; LIMA *et al.*, 2018).

A utilização dos quintais urbanos como espaços produtivos, bem como outras estratégias de cultivo no espaço urbano podem ser consideradas estratégias de promoção à segurança alimentar e nutricional, auxiliando nas populações socialmente vulneráveis socioeconomicamente, quanto o acesso aos alimentos e ou uma possível geração de renda. Nesse sentido os estudos etnobotânicos podem ser ferramentas para a compreensão dessa relação entre as populações urbanas e o cultivo/uso do componente vegetal principalmente para a criação de políticas públicas que incentivem a prática da agricultura urbana e a manutenção dos quintais nas políticas de habitação.

## Segurança alimentar e nutricional: etnografia e políticas públicas

Como ampliar as discussões acerca da produção do alimento de qualidade; das práticas alimentares culturais que carregam consigo os saberes de gerações; das práticas de cultivo no ambiente urbano? Não nos basta levantar dados e trazer à tona esses temas, é preciso compreender que se trata da garantia de direitos e, portanto, devem ser discutidos e abordados no âmbito da formulação e implantação de políticas públicas.

Nesse sentido ressalta-se a importância do entendimento de conceitos a exemplo de: *soberania alimentar, direito humano à alimentação e à nutrição adequadas, sustentabilidade, segurança alimentar e nutricional* e o quanto esses termos se complementam e se associam para ampliar as discussões acerca da insegurança alimentar em escala global.

Segundo o documento "*O estado de segurança alimentar e nutricional do mundo 2019*" o número de pessoas que enfrentam a fome aumentou, aproximadamente 2 bilhões de pessoas enfrentam a insegurança alimentar, em todo o mundo (FAO, 2019). As razões que fazem  $\frac{1}{4}$  da população mundial se encontrar nesse estado são multifatoriais: pobreza, desigualdade social, acesso aos alimentos e as formas de produção alimentar em escala global são alguns dos fatores a serem analisados e refletidos. A fome é a violação de direitos mais evidente e imediata que ameaça a vida, mas não é a única.

Esses dados nos fazem refletir quanto à necessidade urgente de mudança na maneira como produzimos e consumimos os alimentos, em todo o mundo.

## Soberania alimentar e a Etnografia

Soberania alimentar foi definida no Fórum Mundial pela Soberania Alimentar (2007), como: "*o direito das pessoas a alimentos saudáveis e culturalmente adequados, produzidos por métodos ecologicamente sólidos e sustentáveis, e o direito de definir seus próprios sistemas de alimentação e agricultura.*"

Refere-se, portanto, à garantia do direito dos povos de ter autonomia na produção e no consumo dos alimentos, logo remete à preservação de sementes tradicionais, à biodiversidade agrícola, aos modos de produção sustentáveis, além da valorização de hábitos alimentares culturais (ABRANDH, 2013).

Inevitavelmente sem um modelo sustentável, que respeite a soberania dos povos seja na produção e/ou no consumo alimentar, não haverá a garantia desses direitos. Trata-se de "*Pensar um modelo sustentável de produção e consumo de alimentos, por sua vez, implica alargar a perspectiva sobre o que define o modelo predominante, quais elementos políticos, econômicos, culturais, ambientais sustentam o sistema ou processo alimentar, quais grupos populacionais são mais atingidos por esse sistema e por quê*" (SANTARELLI, 2019).

Nesse sentido a formulação das políticas públicas deve levar em consideração as necessidades e a realidade da população, que em geral, vai de contra os interesses do capital hegemônico. E os pesquisadores podem e devem auxiliar nesse processo, promovendo investigações científicas que abordem a temática e que, sobretudo, possam servir como base de dados para a compreensão da real necessidade dos povos.

*"A etnografia como abordagem de investigação científica traz algumas contribuições para o campo das pesquisas qualitativas, em particular para os estudos*

*que se interessam pelas desigualdades sociais, processos de exclusão e situações sóciointeracionais”* (MATTOS, 2011).

Os estudos Etnográficos, para Mattos (2011), preocupam-se com a cultura dos povos como sendo um sistema de significados de interação entre as estruturas sociais e as interações humanas e suas ações, além de compreender os sujeitos como atores ativos nos processos de modificação das estruturas sociais.

Tendo em vista a necessidade da garantia da Soberania alimentar e nutricional, sobretudo, dos grupos mais atingidos pela forma de organização do sistema alimentar atual como: as mulheres, a população negra, os povos tradicionais, indígenas e quilombolas, esses sujeitos devem protagonizar a formulação das propostas de mudança do sistema alimentar operante. Portanto devem ser públicos norteadores dos estudos etnográficos visando construir base de dados e elementos para a construção das políticas públicas promotoras da soberania e segurança alimentar e nutricional.

### **Políticas públicas e a promoção da SAN**

A percepção do termo Segurança Alimentar sempre esteve associado ao combate à fome e passou a ser considerada como estratégia de segurança nacional quando os países vivenciaram o caos instalado com o fim da I Guerra Mundial (1914/1918), nesse período preocupações com o abastecimento alimentar e produção de alimento foram inevitáveis (PRIORE *et al.*, 2014).

Com a necessidade de combater a fome mundial, muitas estratégias foram criadas para o aumento da produção dos alimentos. Contudo, mesmo após a recuperação da produção de alimentos e com ela o aumento da capacidade de oferta alimentar, a fome continuou acometendo a população mundial em quantidades alarmantes destacando a questão da capacidade de acesso a esses alimentos.

Dentre essas estratégias de produção destaca-se a Revolução Verde, já abordada anteriormente neste capítulo, evidenciando o quanto às práticas agrícolas convencionais, herança dessa revolução, deram ênfase ao capital e não ao alimento, tão pouco ao indivíduo e ao meio ambiente.

Essas constatações trazem à tona a reflexão acerca da importância das políticas públicas voltadas para a garantia de direitos humanos dando ênfase na SAN e suas dimensões: a) a dimensão alimentar refere-se à produção e disponibilidade de alimentos e b) a dimensão nutricional incorpora as relações entre o ser humano e o alimento (ABRANDH, 2013).

No Brasil, as discussões acerca da Segurança Alimentar e Nutricional avançaram desde a publicação de “Geografia da Fome” obra de Josué de Castro, em 1946, em que o autor denunciou a fome e a desnutrição existentes nas cinco regiões do país. Programas, conferências, projetos foram ampliando a abordagem da SAN em âmbito nacional, dentre estes destaca-se o Programa Fome Zero que recriou em 2003 o Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (extinto em 1994) culminando na criação e aprovação da Lei Orgânica de Segurança Alimentar e Nutricional de 2006 (LOSAN) considerada um marco legal para a garantia de direitos constitucionais (PRIORE *et al.*, 2014).

A LOSAN institucionalizou a responsabilidade do poder público na garantia da SAN, definida como a *“realização do direito de todos ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras*

*necessidades essenciais, tendo como base práticas alimentares promotoras de saúde que respeitem a diversidade cultural e que sejam ambiental, cultural, econômica e socialmente sustentáveis*” (BRASIL, 2006).

A garantia desse direito foi promovida nas ações de políticas públicas na forma de programas como, por exemplo, o Programa Bolsa Família – 2003, considerado o maior programa de transferência de renda no mundo, possibilitou a redução dos índices de desigualdade de renda e pobreza.

Segundo o relatório da FAO (2014), “*O estado da Insegurança Alimentar no mundo, 2014*” que analisou a subalimentação no mundo em dois períodos: 2002 a 2013 e de 1990 a 2014 constatou-se que no Brasil, entre 2002 e 2013, observou-se queda de 82 % a população em situação de subalimentação. Entre 1990 e 2014, o percentual de queda foi de 84,7 % da população brasileira em situação de subalimentação. Podendo concluir que o Brasil reduziu de forma muito expressiva a fome, a desnutrição e subalimentação nos últimos anos.

Sair do mapa da fome foi um marco histórico no Brasil, contudo desde 2016 houve mudanças na gestão do Estado que implicaram em cortes orçamentários “Teto dos gastos” do governo Temer. E a partir de 2019 na gestão de Jair Bolsonaro a reforma trabalhista e da previdência causaram grande impacto, sobretudo nas populações mais vulneráveis, fazendo com que famílias retornem ao estado de insegurança alimentar.

Atualmente o Estado brasileiro tem violado os direitos à segurança alimentar e nutricional, bem como o direito à alimentação e nutrição adequadas quando se prioriza um sistema agroalimentar insustentável, focado no uso de agroquímicos, na qual aspectos econômicos e políticos são priorizados em detrimento do social e ambiental. Em 2019, por exemplo, a ANVISA liberou o registro de mais de 474 novos agrotóxicos e princípios ativos (OLIVEIRA, TOOGE, 2019). Isto com a desestruturação de ações de valorização à agricultura familiar. Além de retrocessos ambientais em inúmeras ações que favoreciam a preservação e conservação da biodiversidade e demarcação de terra indígenas, que se constituem como mantenedores da socioagrobiodiversidade.

### **Considerações finais**

Os modelos agroalimentares sustentáveis, estudados pela Agroecologia tem potencial para favorecer a segurança alimentar e nutricional. Isto porque as técnicas utilizadas no processo de produção de alimentos, permite a diversificação, com valorização e uso da (agro)biodiversidade, bem como possibilita a manutenção de crenças e tradições alimentares que contribuem para a utilização de alimentos saudáveis, seguros e nutritivos.

Sabe-se, por exemplo, que existe uma imensa diversidade de plantas com potencial para uso na alimentação humana. Entretanto, poucas plantas estão presentes na dieta da maior parte da população em nível mundial. Tais culturas poderiam enriquecer as dietas, proteger a agricultura, combater as mudanças climáticas e melhorar os meios de subsistência de pequenos agricultores e produtores locais.

É preciso ampliar o debate desses temas nos mais diversos espaços, visando tomada de consciência das nossas escolhas alimentares, sobretudo na retomada da visão do alimento como meio de nutrição carregado de história, e não como mercadoria. Além de trazer à tona a importância das mobilizações de base que busquem a garantia dos

direitos que nos estão sendo violados. A valorização conduz a vontade de mudar... Trata-se da conscientização.

## Referências

- ABRANDH - Ação Brasileira pela Nutrição e Direitos Humanos. **O Direito Humano à Alimentação Adequada e o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional**. Brasília, DF: ABRANDH, 2013.
- ALEXIADES, N. N. **Select guidelines for ethnobotanical research: a field manual**. New York: The New York Botanical Garden Press, 1996.
- AMOROZO, M. C. M. Agricultura tradicional, espaços de resistência e o prazer de plantar. *In*: ALBUQUERQUE, U. P. (Org.). **Atualidades em etnobiologia e etnoecologia**. Recife: Sociedade Brasileira de Etnobiologia e Etnoecologia, p. 123-131, 2002.
- BARRERA, A. La etnobotânica. *In*: BARRERA, A. **La Etnobotânica: três pontos de vista e una perspectiva**. Xalapa, Instituto de Investigacion sobre Recursos Bióticos, p. 19-25, 1979.
- BRASIL. **Lei nº 11.346, de 15 de setembro de 2006**. Lei Orgânica de Segurança Alimentar e Nutricional. Dispõe sobre Criação do Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional. 2006.
- CARNIELLO, M. A. *et al.* Quintais urbanos de Mirassol D'Oeste-MT, Brasil: uma abordagem etnobotânica. **Acta Amazonica**, v. 40, n. 3, p.451-470, 2010.
- CHOWDHURY, M. S. H.; KOIKE, M. Therapeutic use of plants by local communities in and around Rema-Kalenga Wildlife Sanctuary: implications for protected area management in Bangladesh. **Agroforestry Systems**, v. 80, p. 241-257, 2010.
- COUTINHO, M. N.; COSTA, H. S. M. Agricultura urbana: prática espontânea, política pública e transformação de saberes rurais na cidade. **Geografias**, v. 2, p. 81-97, 2011.
- DIAS, T. A. B. *et al.* Etnobiologia e conservação da agrobiodiversidade: pesquisa e inclusão dos povos indígenas craô, caiabi e iualapiti. *In*: SOUZA, I. S. F.; CABRAL, J. R. F. (Eds.). **Ciência como instrumento de inclusão social**, 2009.
- DIEGUES, A. C. Etnoconservação – Novos rumos para a conservação da natureza nos trópicos. *In*: DIEGUES, A. C. **Etnoconservação da Natureza: Enfoques alternativos**. NUPAUB – Núcleo de apoio e pesquisa sobre populações humanas e áreas úmidas – USP, 2000.
- DIEGUES, A. C.; ARRUDA, R. S. V. **Saberes tradicionais e biodiversidade no Brasil**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; São Paulo: USP, 2001.

EICHEMBERG, M. T.; AMOROZO, M. C. M. Contributions of the old urban homegardens for food production and consumption in Rio Claro, Southeastern Brazil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, v. 8, n. 3, p. 745-775, 2013.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **Food into cities**. Colecion, Rome, 2000.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **The state of food security and nutrition in the world 2014**. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i4030e.pdf> Acesso em: 31 Janeiro 2020.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **The state of food security and nutrition in the world 2019**. Disponível em: <http://www.fao.org/state-of-food-security-nutrition/en/>. Acesso em: 31 Janeiro 2020.

FÓRUM MUNDIAL PELA SOBERANIA ALIMENTAR. **Declaration of Nyéléni** – Declaration of the Forum for Food Sovereignty. Sélingué: 2007. Disponível em: <https://nyeleni.org/spip.php?article290>. Acesso em: 2 Fevereiro 2020.

GOULD, J. A world of insecurity. **Nature**, v. 544, p. 6-7, 2017.

HANAZAKI, N. Comunidades, conservação e manejo: o papel do conhecimento ecológico local. **Biotemas**, v. 16, n. 1, p. 23-47, 2003.

HUNTER, D. *et al.* The potential of neglected and underutilized species for improving diets and nutrition. **Planta**, p. 1-21, 2019.

ISOBE, M. T. C, *et al.* Teor de  $\beta$ -caroteno em hortaliças não convencionais e partes sub-utilizadas de hortaliças convencionais. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p. 31632-3170, 2009.

KINUPP, V. F; BARROS, I. B. I. Teores de proteína e minerais de espécies nativas, potenciais hortaliças e frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 4, n. 28, p. 846-857, 2008.

KUMAR, B. M.; NAIR, P. K. R. The enigma of tropical homegardens. **Agroforestry Systems**, n. 61, p. 135-152, 2004.

LIMA, S. E. S.; SANTOS, L. P. ; OLIVEIRA, A. F. M. Plantas alimentícias e condimentícias dos quintais urbanos da região metropolitana do Recife-PE. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 3, n. 1. p. 54-59, 2018.

LUCENA, L. P.; SILVA, C. E. S. F. Modelos de agricultura urbana para a segurança alimentar: um estudo comparativo entre Singapura e Brasil. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v. 9, n. 3, p. 379-397, 2018.

MADEIRA, N. R.; BOTREL, N.; ASSIS, J. G. A. *Portulaca oleracea*. Beldroega. In: CORADIM, L.; CAMILLO, J.; PAREYN, F. G. C. (Orgs.). **Espécies Nativas da Flora Brasileira de Valor Econômico Atual ou Potencial**: Plantas para o futuro: Região Nordeste. 1 ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, v. 1, p. 262-269, 2018.

MARQUES, C. F.; SILVA, T. R. B. **Fórum pela Vida**: Plantas Medicinais e Mobilização Social no Noroeste Gaúcho Desenvolvimento em Questão, v. 17, 2019.

MATTOS, C. L. G. A abordagem etnográfica na investigação científica. In: MATTOS, C. L. G.; CASTRO, P. A. **Etnografia e educação: conceitos e usos** [online]. Campina Grande: EDUEPB, p. 49-83, 2011.

MAZOYER, M.; ROUDART, L. **História das Agriculturas do Mundo**: do neolítico à crise contemporânea. Tradução Cláudia F. Falluh e Balduino Ferreira. São Paulo: Editora UNESP; Brasília, DF: NEAD, 2010.

MEDEIROS, N. S. **Quintais Urbanos e a Situação de (In) Segurança Alimentar de Famílias Beneficiárias do Programa Bolsa Família, no Município de Viçosa, Minas Gerais**. Orientadora: Silvia Eloiza Priore. 2015. 130 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia). Universidade Federal de Viçosa, 2015.

MELO, R. A. C. *et al.* *Physalis pubescens*. Fisális. In: CORADIM, L.; CAMILLO, J.; PAREYN, F. G. C. **Espécies Nativas da Flora Brasileira de Valor Econômico Atual ou Potencial**: Plantas para o futuro: Região Nordeste. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, v. 1, p. 237-244. 2018.

MONTEIRO, D.; MENDONÇA, M. M. Quintais na cidade: a experiência de moradores da periferia do Rio de Janeiro. **Agriculturas**, v.1, p. 29-31, 2004

NACHTIGALL, A. M. *et al.* Determinação do teor de luteína em hortaliças. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 25, n. 2, p. 181-192, 2007.

OLIVEIRA, D. C. S. *et al.* Composição mineral e teor de ácido ascórbico nas folhas de quatro espécies olerícolas não-convencionais. **Horticultura Brasileira**, v. 31, p. 472-475, 2013.

OLIVEIRA, L.; TOOGE, R. **Número de agrotóxicos registrados em 2019 é o maior da série histórica; 94,5 % são genéricos, diz governo**. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2019/12/28/numero-de-agrotoxicos-registrados-em-2019-e-o-maior-da-serie-historica-945percent-sao-genericos-diz-governo.ghtml>. Acesso em: 17/02/2020.

OLIVEIRA, M. F. S. **Bebendo na raiz: Um estudo de caso sobre Saberes e Técnicas do povo Brasileiro**, Brasília, 2008. Tese de doutorado. Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília, Brasília.

PIRIZ, M. A. *et al.* **Ciência, Cuidado e Saúde**, v. 13, n. 2, p. 309-317, 2014.

- PRATES JÚNIOR, P.; ASSIS, J. G. A.; DE OLIVEIRA, M. Z. A. Conservação da agrobiodiversidade. **Bahia Agrícola**, v. 9, p. 30-35, 2014.
- PRATES JÚNIOR, P.; CUSTÓDIO, A. M.; GOMES, T. O. Agroecologia: fundamentos teóricos e epistemológicos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 11, n. 3, 2016.
- PRIORE, S. E. *et al.* **Nutrição Social**. Viçosa, MG. UFV, 2014.
- RIST, S.; DAHDOUNH-GUEBAS, F. Ethnoscience—A step towards the integration of scientific and indigenous forms of knowledge in the management of natural resources for the future. **Environment, Development and Sustainability**, v. 8, p. 467-493, 2006.
- ROCHA, P. L. B. *et al.* Extensão como Filosofia para o Preenchimento da Lacuna Pesquisa Aplicação na Universidade. **Revista Caititu**, v.1. n 1, p. 7-16, 2013.
- SANTARELLI, M. *et al.* **Informe Dhana 2019: autoritarismo, negação de direitos e fome - Brasília: FIAN Brasil**, 2019.
- SANTANDREU, A.; LOVO, I. C. **Panorama da agricultura urbana e periurbana no Brasil e diretrizes políticas para sua promoção: Identificação e caracterização de iniciativas de AUP em Regiões Metropolitanas Brasileiras**. 2007.
- SANTOS, A. P.; MAIA, R. C.; BORGES, P. V. A trajetória da chaya na Serra da Misericórdia. **Agriculturas**, v. 13, n. 2, p. 22-25, 2016.
- SCHRÖDER, S. *et al.* Agrobiodiversity monitoring – documentation at European level. **Journal for Consumer Protection and Food Safety**, v. 2, p. 29- 32, 2007.
- SILVA, L. C. *et al.* **Uma experiência prática para a autonomia feminina através da agricultura urbana com base agroecológica**. Cadernos de Agroecologia – ISSN 2236-7934 – Anais do VI CLAA, X CBA e V SEMDF, v. 13, n. 1, 2018.
- SILVA, L. O. Os quintais e a morada brasileira. **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**, Belo Horizonte, v. 11, n. 12, p. 61-78, 2004.
- SILVA, L. F. L. **Hortaliças Não Convencionais: Quantificação do DNA, Contagem Cromossômica, Caracterização Nutricional e Fitotécnica**. Lavras: UFLA, 2016.
- SIVIERO, A. *et al.* Cultivo de Espécies Alimentares em Quintais Urbanos de Rio Branco, Acre, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 25, n. 3, p. 549-556, 2011.
- TOOMEY, A. H.; *et al.* Navigating the Space between Research and Implementation in Conservation. **Conservation Letters**, v. 10, n. 5, p. 619-625, 2017.
- VEIGA-JUNIOR, V. F. Estudo do consumo de plantas medicinais na Região Centro-Norte do Estado do Rio de Janeiro: aceitação pelos profissionais de saúde e modo de uso pela população. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 18, p. 308-313, 2008.

# CAPÍTULO 9

## AGRICULTURA COMO LOCUS DA PROMOÇÃO DA SAÚDE: UM DIÁLOGO POSSÍVEL

Naiara Sperandio e Dayane de Castro Morais

### Introdução

O conceito de promoção da saúde vem evoluindo desde a década de 1920, sendo inicialmente atrelado a mudanças de comportamento de riscos no desenvolvimento de doenças, cuja responsabilidade era de cada indivíduo. Posteriormente definiu-se que a promoção é papel das políticas públicas, no decorrer das Conferências Internacionais de Promoção da Saúde que resultaram na divulgação de documentos importantes, considerados marcos históricos como as Cartas e Declarações de Otawa (Canadá – 1986), Adelaide (Austrália – 1988), Sandsvall (Suécia – 1991), Bogotá (Colômbia - 1992), Jacarta (Indonésia – 1997), Rede de Megapaíses (Suiça – 1998) e Declaração do México (México – 2000) (BRASIL, 2002).

O processo saúde-adoecimento decorre de múltiplos fatores e determinantes sociais que exigem uma reflexão ampliada do papel do setor saúde em tornar esses determinantes cada vez mais visíveis, ampliando assim o escopo das intervenções em saúde. Essas reflexões remetem a um conceito de promoção da saúde que reflete a criação de ambientes favoráveis a partir de políticas públicas saudáveis e de um sistema de saúde voltado para este fim.

Assim, pode-se definir a promoção de saúde como um “processo de capacitação da comunidade para atuar na melhoria da sua qualidade de vida e saúde, incluindo uma maior participação no controle deste processo”, somado ao importante papel que o Estado possui em propor políticas públicas que ratificam seu compromisso com a garantia do direito humano a saúde (BRASIL, 2002).

### **Promoção da Alimentação Adequada e Saudável (PAAS): do que estamos falando?**

A efetivação da promoção da saúde perpassa pela discussão de temas prioritários que visam a redução das vulnerabilidades e riscos à saúde e dão visibilidade aos determinantes sociais do processo saúde-adoecimento. Entre esses temas prioritários destaca-se a Promoção da Alimentação Adequada e Saudável (PAAS) compreendida como “ações relativas à alimentação adequada e saudável, visando à promoção da saúde e à Segurança Alimentar e Nutricional (SAN), contribuindo com as ações e com as metas de redução da pobreza, com a inclusão social e com a garantia do direito humano à alimentação adequada e saudável” (BRASIL, 2010a).

A alimentação é um direito adquirido dos brasileiros, sendo estabelecido pela Emenda Constitucional nº 64, em 2010. Porém, as discussões para a garantia deste direito iniciaram-se na década de 90, sendo fortalecida ao longo dos anos. Em 1948, com a Declaração Universal dos Direitos Humanos, promulgada pela Organização das Nações Unidas (ONU), estabeleceu-se que os direitos humanos são aqueles necessários para assegurar a garantia de uma vida digna, relacionados à saúde e bem-estar. Assim, embora a alimentação não estivesse estabelecida como direito propriamente dito, está implícita no direito de saúde que é complexo e deve considerar o indivíduo de forma holística (MORAIS, SPERANDIO, 2016).

Posteriormente, em 1992, o Brasil torna-se signatário do Pacto Internacional dos Direitos Econômicos (PIDESC) e compromete-se a incluir a alimentação como um direito para a população, primando pela erradicação da fome (MORAIS, SPERANDIO, 2016).

Visando concretizar a demanda da alimentação enquanto direito e um dos determinantes prioritários da promoção da saúde, o Sistema Único de Saúde (SUS), criado na década de 90, ratifica seu compromisso em promover e proteger a saúde e alimentação enquanto direito humano, através da construção e implantação de políticas públicas como a Política Nacional de Promoção da Saúde - PNPS (publicada em 2006 e revisada em 2014) e a Política Nacional de Alimentação e Nutrição - PNAN (criada em 1999 e revisada em 2011) (BRASIL, 2010a; 2013).

A nova versão da PNPS tem como uma de suas primícias a promoção “da equidade e a melhoria das condições e modos de viver, ampliando a potencialidade da saúde individual e coletiva e reduzindo vulnerabilidades e riscos à saúde decorrentes dos determinantes sociais, econômicos, políticos, culturais e ambientais” (BRASIL, 2015). Um dos espaços privilegiados para trabalhar a promoção da saúde é a Atenção Primária que considera o território em que a comunidade está inserida e as implicações deste meio nas necessidades de saúde da população. No entanto, é importante transversalizar ações de promoção da saúde por toda a Rede de Atenção à Saúde (RAS) potencializando práticas de cuidado humanizadas, integradas e articuladas.

Um dos temas prioritários apresentados na PNPS são as “ações relativas à alimentação adequada e saudável, visando à promoção da saúde e à SAN, contribuindo com as ações e metas de redução da pobreza, com a inclusão social e com a garantia do Direito Humano à Alimentação Adequada e Saudável” (BRASIL, 2015). Assim, enfatiza-se a importância de debater os conceitos de promoção da saúde e do direito à alimentação, bem como de SAN como apresentado posteriormente.

A PNAN, por sua vez, tem como objetivo contribuir com as políticas públicas para concretização do Direito Humano à Alimentação Adequada (DHAA) e SAN com o intuito de melhorar as condições de alimentação, nutrição e saúde da população, por meio da promoção de práticas alimentares adequadas e saudáveis, ações de vigilância alimentar e nutricional, e da prevenção e cuidado de agravos relacionados à alimentação e nutrição (BRASIL, 2013).

As políticas PNPS e a PNAN têm como eixo de atuação e ponto de convergência a PAAS visando a garantia da alimentação, que é direito adquirido da população, mas enfatizando a qualidade desta alimentação e suas implicações na saúde (BRASIL, 2010a; 2013).

Mas o que seria alimentação saudável? A quais princípios esta deve remeter? No Brasil a alimentação saudável é definida como:

padrão alimentar adequado às necessidades biológicas e sociais dos indivíduos e de acordo com as fases do curso da vida. Deve ser acessível (física e financeiramente), saborosa, variada, colorida, harmônica e segura quanto aos aspectos sanitários. Esse conceito considera as práticas alimentares culturalmente referenciadas e valoriza o consumo de alimentos saudáveis regionais (...), sempre levando em consideração os aspectos comportamentais e afetivos relacionados às práticas alimentares (BRASIL, 2013).

E a alimentação adequada, como é definida? Ressalta-se que a adequação da alimentação engloba questões relacionadas não apenas à quantidade, mas também à qualidade sanitária; adequação nutricional, segundo faixas etárias e presença de enfermidades; alimentos livre de contaminantes, agrotóxicos e organismos geneticamente modificados; não ferir outros direitos adquiridos; respeito e valorização da cultura alimentar regional; diversidade alimentar; acesso à informação; presença de recursos financeiros e/ou naturais para produção e/ou acesso aos alimentos (BRASIL, 2010b).

Após definir alimentação saudável e alimentação adequada podemos refletir sobre o conceito de promoção da alimentação saudável, apresentado como:

[...] um conjunto de estratégias que proporcionem aos indivíduos e coletividades a realização de práticas alimentares apropriadas aos seus aspectos biológicos e socioculturais, bem como ao uso sustentável do meio ambiente. Considerando-se que o alimento tem funções transcendentais ao suprimento das necessidades biológicas, pois agrega significados culturais, comportamentais e afetivos singulares que não podem ser desprezados (BRASIL, 2012a, p. 31).

Mais uma vez considera-se a amplitude de questões biológicas e socioculturais no papel de promoção da alimentação saudável, incluindo aqui os aspectos culturais, comportamentais e emocionais que nos levam a escolha e consumo de alimentos, bem como a relação da produção e consumo com o meio ambiente. Desta forma a promoção da alimentação saudável deve considerar aspectos de sustentabilidade ambiental relacionados à garantia da SAN.

Uma das premissas da PAAS é a concretização da Educação Alimentar e Nutricional (EAN), considerando o alimento e o ato de alimentar-se, e englobando o contexto de DHAA e de SAN. A EAN é definida como “campo de conhecimento e de prática contínua e permanente, transdisciplinar, intersetorial e multiprofissional que visa promover a prática autônoma e voluntária de hábitos alimentares saudáveis” (BRASIL, 2012b).

No campo da saúde e da educação, os principais responsáveis pela EAN são os profissionais nutricionistas que devem promover atividades de EAN e capacitar a equipe multiprofissional da Atenção Primária (médicos, enfermeiros, odontólogos, técnicos de enfermagem, agentes comunitários de saúde e demais profissionais) e os educadores para a realização da mesma. O compartilhamento desta responsabilidade entre nutricionistas e outros profissionais faz-se necessário pela ausência ou número insuficiente de nutricionistas nos Núcleos Ampliados de Saúde da Família (NASF) e nas escolas da rede pública e privada. Após o desenvolvimento de competências sobre

alimentação adequada, os demais profissionais de saúde e educação devem promover a EAN em seus campos de atuação (MEDEIROS, 2011).

Ao considerar todos estes conceitos e aspecto de promoção, saúde e alimentação observa-se que a PAAS visa o alcance de uma alimentação adequada e saudável, respeitando os hábitos e práticas alimentares, as necessidades biológicas e os aspectos socioculturais, sendo sustentável ao meio ambiente (BRASIL, 2013). Sendo assim, a PAAS está estreitamente relacionada aos conceitos de SAN e de soberania alimentar já abordados em outros capítulos deste livro.

### **Segurança alimentar e nutricional (SAN) e os desafios para promoção da alimentação saudável**

A PAAS e o DHAA apresentam relação direta com os outros direitos sociais como saúde e educação (GUERRA; CERVATO-MANCUSO; BEZERRA, 2019), estando assim incluídos no amplo conceito de SAN que consiste em:

realização do direito de todos ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais, tendo como base práticas alimentares promotoras de saúde, que respeitem a diversidade cultural e que sejam social, econômica e ambientalmente sustentáveis (BRASIL, 2006).

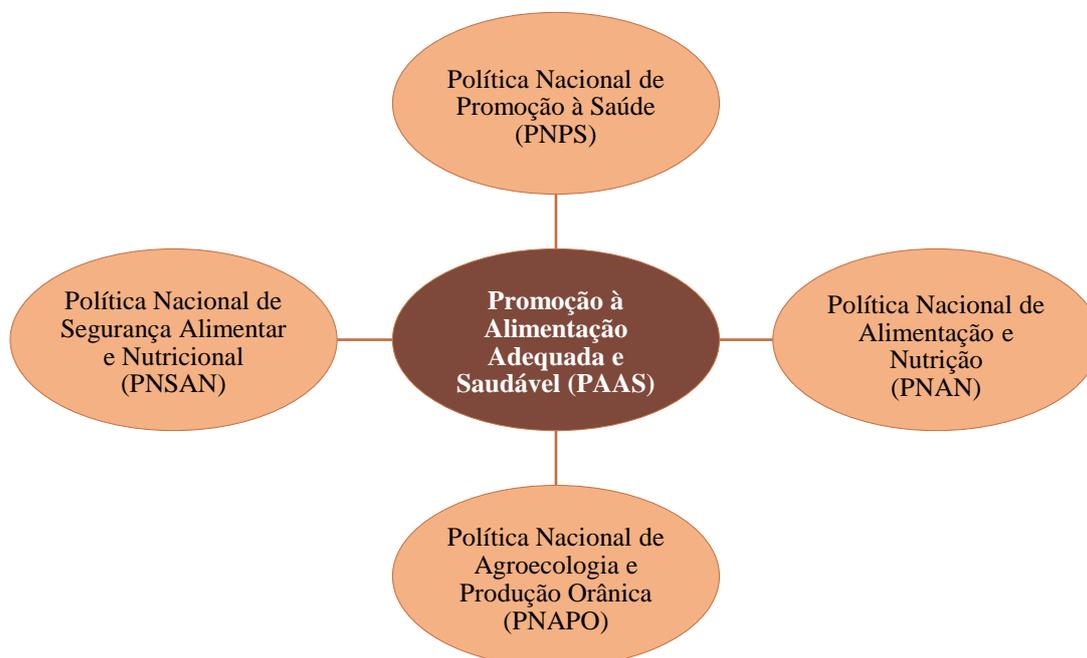
O conceito de SAN envolve diferentes aspectos como o de acesso a alimentos de qualidade, práticas alimentares saudáveis e direitos humanos, incorporados nas dimensões alimentar e nutricional da segurança (KEPPLE, SEGALL-CORRÊA, 2011). Assim, a SAN é compreendida por meio de quatro dimensões: disponibilidade e acesso aos alimentos, utilização biológica dos alimentos e nutrientes, e estabilidade das três dimensões anteriores (KEPPLE *et al.*, 2014).

Ao enfatizarmos a importância do DHAA e da SAN no contexto da PAAS vêm à luz um marco importante que contribuiu para os avanços alcançados neste âmbito que é a Lei Orgânica de Segurança Alimentar e Nutricional (LOSAN), publicada em 2006. A LOSAN reconhece em lei o dever do Estado em prover o acesso à alimentação adequada e a SAN, fortalecendo a ideia de ambos enquanto importantes direitos a serem alcançados no país (BRASIL, 2006; LEÃO, RECINE, 2011).

A partir da publicação da LOSAN fica evidente a necessidade de articulação entre diferentes setores como social, saúde, educação, desenvolvimento e agricultura para alcançar a SAN, tanto para indivíduos como coletividades (ALVES, JAIME, 2014). A LOSAN determina a implementação de políticas permanentes e intersetoriais como a Política Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (PNSAN), instituída no país pelo Decreto nº 7272, em 2010 (BRASIL, 2010c).

A PNSAN tem como objetivo assegurar o DHAA a todos os brasileiros, promovendo a soberania e a SAN. Seus principais eixos de atuação consistem em: promoção do acesso universal à alimentação adequada e saudável; monitoramento e realização do DHAA; ações de soberania alimentar, SAN e DHAA; fortalecimento de ações de alimentação e nutrição na saúde; instituição de processos permanentes em EAN; e abastecimento e estruturação de sistemas sustentáveis e de base agroecológica de produção, extração processamento e distribuição (BRASIL, 2010c; SOUZA *et al.*, 2016).

Neste contexto, enfatiza-se que a PAAS engloba uma série de ações complementares regidas por políticas públicas intersetoriais, como de saúde, alimentação e nutrição, desenvolvimento e agricultura (Figura 1).



**Fonte:** Elaborado pelas autoras.

**Figura 1.** Políticas públicas relacionadas à Promoção da Alimentação Adequada e Saudável (PAAS).

Dentro da perspectiva da SAN devemos considerar o acesso a alimentos de qualidade, que não impacte de forma negativa na saúde humana e ambiental. Assim, a forma de cultivo destes alimentos está estreitamente relacionada ao alcance da SAN bem como à PAAS, como veremos no tópico a seguir.

Os principais desafios para o alcance da PAAS podem ser relacionados às dimensões da SAN (acesso e disponibilidade a alimentos, utilização biológica dos alimentos e nutrientes e estabilidade), apresentados anteriormente. Assim, não é possível realizar PAAS quando se fere o direito de acesso e disponibilidade de alimentos saudáveis, que respeitem os hábitos e culturas da população. As dimensões de acesso e disponibilidade de alimentos estão estreitamente relacionadas, a conformação de ambientes alimentares saudáveis, que tenham disponíveis, estabelecimentos de comercialização de comida de verdade, além dos fatores socioeconômicos, principalmente renda familiar, uma vez que o acesso aos alimentos e conseqüentemente sua disponibilidade dependem, muitas vezes, de condições monetárias para aquisição (KEPPLE; GUBERT; SEGALL-CORRÊA, 2016; MACHADO; SPERANDIO, 2020).

Em relação a dimensão de utilização biológica dos alimentos e nutrientes o maior desafio trata-se da qualidade destes alimentos, e não só a qualidade nutricional como também a sanitária e biológica. Assim, a vertente nutricional considera o consumo de alimentos saudáveis e variados, com menor grau de processamento, ou seja, maior consumo de alimentos in natura e minimamente processados e processados e menor participação dos ultraprocessados, bem como a diversificação do consumo alimentar (CONSEA, 2004; BRASIL, 2014). Já a qualidade sanitária e biológica implica em acesso e

consumo de alimentos que não ofereçam riscos de contaminação e nem apresentem composição química que represente riscos à saúde (MORAIS, MIGUEL, 2020)

Neste contexto, o maior desafio seria o consumo de alimentos mais naturais, sem agrotóxicos ou com dosagens seguras dos mesmos, bem como alimentos não geneticamente modificados ou que tenham a comprovação de segurança no consumo dos mesmos (CONSEA, 2004; MORAIS, SPERANDIO, 2016; GUERRA, CERVATO-MANCUSO, 2019). Ressalta-se que a produção desenfreada de alimentos transgênicos, somada à utilização crescente de agrotóxicos afeta a soberania alimentar, ou seja, afeta o direito dos povos de decidir seu próprio sistema alimentar e produtivo, tendo como consequência direta a insegurança alimentar e nutricional (LONDRES, 2011; MORAIS, MIGUEL, 2020).

E no que tange a dimensão de estabilidade da SAN o maior desafio dos brasileiros é ter o acesso regular e constantes dos alimentos de qualidade, sem comprometer o acesso aos outros bens e serviços. Considera-se esta dimensão como a mais crítica de ser alcançada por incorporar as demais e pela atual situação de desigualdade e instabilidade, principalmente financeira e social, vivenciada pelos brasileiros (GUERRA, CERVATO-MANCUSO, 2019).

### **Do campo a mesa: os diferentes modelos de produção alimentar e sua relação com a sustentabilidade e o direito humano a alimentação adequada**

As atuais transformações no padrão de alimentação da população brasileira, associadas a mudanças no estilo de vida, determinam um panorama sanitário caracterizado pela marcante presença de doenças crônicas não transmissíveis, principalmente obesidade, diabetes, hipertensão arterial, dentre outras. O processo saúde-adoecimento foi se modificando ao longo do tempo à medida que o país vivenciava as transições demográficas, epidemiológicas e nutricionais (BRASIL, 2012).

No que tange especialmente a transição nutricional, caracterizada pelas mudanças nos padrões alimentares, com diminuição do consumo de alimentos tradicionais da dieta (como arroz e feijão) e aumento do consumo de alimentos ultraprocessados, como refrigerantes, bebidas açucaradas, biscoitos recheados, entre outros (KAC, VELÁSQUEZ-MELÉNDEZ, 2003) ressalta-se a importância da compreensão dos impactos que a conformação do sistema alimentar possui sobre a alimentação da população, gerando os seguintes questionamentos: sistemas alimentares produzem ou não dietas de qualidade? Promovem ou não saúde?

O sistema alimentar corresponde a todos os processos envolvidos desde a obtenção dos alimentos no campo, passando pelo consumo à mesa, até o destino dado aos mesmos, ou seja, seu descarte. Pode-se considerar que o sistema alimentar está diretamente relacionado a promoção da saúde da população uma vez que, dependendo de sua conformação, pode ou não garantir comida de verdade e SAN (KANTER *et al.*, 2015).

São muitos e complexos os determinantes envolvidos na relação entre a conformação do sistema alimentar e as práticas de alimentação da população. A compreensão dessa relação evoluiu a partir do entendimento que a alimentação não é meramente um fenômeno biológico, ou hedonístico, e inclui o entendimento de que as escolhas alimentares impactam na demanda e produção alimentar, ou seja, comer constitui um ato político.

De acordo com o novo Guia Alimentar para População Brasileira, a alimentação adequada e saudável é um direito humano básico, que deve ser orientada por princípios que ampliem o olhar para as práticas alimentares. Dentre esses princípios, destaca-se “a alimentação adequada e saudável deriva de sistema alimentar socialmente e ambientalmente sustentável” (BRASIL, 2014).

A publicação desse guia propiciou o debate acerca de como a alimentação está relacionada as formas de produção e distribuição dos alimentos, e como isso impacta a saúde pública e o meio ambiente. Conforme bem destacado nesse material: “A depender de suas características, o sistema de produção e distribuição dos alimentos pode promover justiça social e proteger o ambiente; ou, ao contrário, gerar desigualdades sociais e ameaças aos recursos naturais e à biodiversidade (BRASIL, 2014)”.

Atualmente, no Brasil e no mundo, vem ganhando força sistemas alimentares baseados em monoculturas, que não respeitam a autonomia dos agricultores, degradam os recursos naturais, e que fornecem matérias primas para produção de alimentos ultraprocessados<sup>1</sup>, apontados como um dos responsáveis pelo aumento do excesso de peso na população e ameaçam hábitos alimentares culturalmente e regionalmente consagrados (GOMES, 2015).

Para efetivar um sistema alimentar que assegure alimentação adequada e saudável, forneça comida de verdade, e não commodities que são matérias primas para produção de ultraprocessados, além de incentivar e promover sustentabilidade, deve-se dispor de políticas públicas que assegurem alimentação enquanto direito humano e contribuam para conformação de um sistema alimentar equilibrado e sustentável. Uma dessas políticas, já mencionada neste capítulo, é a Política Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (PNSAN).

A PNSAN para atingir o objetivo promover a SAN bem como assegurar o direito humano a alimentação adequada em todo território nacional, pauta-se em diretrizes descritas no Quadro 1, que orientaram a elaboração do primeiro Plano Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional.

A diretriz II se materializa na medida que se fortalece a agricultura familiar, promove uso racional dos recursos naturais, se estimula a produção de alimentos sustentável, sem utilização de agrotóxicos e transgênicos, com respeito aos hábitos alimentares regionais e culturais.

Quando o governo não tem vontade política ou não apoia uma agenda pautada nas diretrizes descritas no quadro acima, aumenta-se a responsabilidade por parte dos consumidores em pautar suas escolhas alimentares com consciência de que as mesmas influenciam as políticas públicas e que podem determinar um sistema alimentar mais sustentável e comprometido com a garantia de dietas de qualidade e promoção da saúde.

---

<sup>1</sup> Ultraprocessados, segundo o novo guia alimentar, incluem produtos cuja fabricação envolve diversas etapas e técnicas de processamento e vários ingredientes, muitos deles de uso industrial. Como exemplos incluem refrigerantes, biscoitos recheados e macarrão instantâneo (BRASIL, 2014).

**Quadro 1.** Diretrizes da Política Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional, 2010.

Política Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional – PNSAN	
Diretriz	
I	Promoção do acesso universal à alimentação adequada e saudável, com prioridade para as famílias e pessoas em situação de insegurança alimentar e nutricional.
II	Promoção do abastecimento e estruturação de sistemas sustentáveis e descentralizados, de base agroecológica, de produção, extração, processamento e distribuição de alimentos.
III	Instituição de processos permanentes de educação alimentar e nutricional, pesquisa e formação nas áreas de segurança alimentar e nutricional e do direito humano à alimentação adequada.
IV	Promoção, universalização e coordenação das ações de segurança alimentar e nutricional voltadas para quilombolas e demais povos e comunidades tradicionais, povos indígenas e assentados da reforma agrária.
V	Fortalecimento das ações de alimentação e nutrição em todos os níveis da atenção à saúde, de modo articulado às demais ações de segurança alimentar e nutricional.
VI	Promoção do acesso universal à água de qualidade e em quantidade suficiente, com prioridade para as famílias em situação de insegurança hídrica e para produção de alimentos da agricultura familiar e da pesca e aquicultura.
VII	Apoio a iniciativas de promoção da soberania alimentar, segurança alimentar e nutricional e do direito humano à alimentação adequada em âmbito internacional e a negociações internacionais.
VIII	Monitoramento da realização do direito humano à alimentação adequada.

**Fonte:** Decreto 7.272 de 2010.

Repensar as escolhas alimentares a partir da ótica de que as mesmas podem ou não serem promotoras de sistemas alimentares ambientalmente sustentáveis requer diálogo interprofissional e intersetorial e qualifica a perspectiva da alimentação enquanto direito humano.

### Considerações finais

A concretização da PAAS perpassa pela garantia da SAN, bem como do DHAA. Assim, devemos considerar todos os aspectos que envolvem o alimento, deste a produção, acesso, disponibilidade e consumo, bem como as implicações destes aspectos na saúde e no meio ambiente. Assim, enfatiza-se a amplitude e intersetorialidade da promoção da saúde e sua estreita relação com políticas públicas.

É necessário fortalecer as políticas públicas já existentes no país, relacionadas à promoção à saúde e a alimentação e nutrição adequada, considerando o contexto atual de desmantelamento de políticas e ações de SAN, como a recente extinção do Conselho de Segurança Alimentar e Nutricional (CONSEA), em 2019.

## Referências

ALVES, K.P.S.; JAIME, P.C. A Política Nacional de Alimentação e Nutrição e seu diálogo com a Política Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 19, n. 11, p. 4331-4340, 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Políticas de Saúde. Projeto **Promoção da Saúde**. As Cartas da Promoção da Saúde / Ministério da Saúde, Secretaria de Políticas de Saúde, Projeto Promoção da Saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2002. Disponível em: <[http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/cartas\\_promocao.pdf](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/cartas_promocao.pdf)>.

BRASIL. Casa Civil. Lei n.º 11.346, de 15 de setembro de 2006. **Cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional - SISAN**. Brasília: Casa Civil, 2006. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2006/lei/l11346.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11346.htm)>.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. **Política Nacional de Promoção da Saúde**. 3. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2010a. (Série B. Textos Básicos de Saúde) (Pactos pela Saúde 2006, 7).

BRASIL. Ministério da Saúde. **Dialogando sobre o direito humano à alimentação adequada no contexto do SUS** / Ministério da Saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2010b. 72 p. (Série F. Comunicação e Educação em Saúde). Disponível em: <[http://ecosrednutri.bvs.br/cursos/curso\\_dialogando\\_online/apostila.pdf](http://ecosrednutri.bvs.br/cursos/curso_dialogando_online/apostila.pdf)>.

BRASIL. Decreto 7272 de 25 de agosto de 2010. **Cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (SISAN) com vistas a assegurar o direito humano à alimentação adequada, institui a Política Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (PNSAN)**, estabelece os parâmetros para a elaboração do Plano Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional, e dá outras providências. 2010c.

BRASIL. Ministério da Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Política Nacional de Alimentação e Nutrição**. Brasília: Ministério da Saúde, 2012. (Série B. Textos Básicos de Saúde). Disponível em: <<http://189.28.128.100/nutricao/docs/geral/pnan2011.pdf>>.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome. Secretaria Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional. **Marco de referência de educação alimentar e nutricional para as políticas públicas**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Social, 2012b.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Política Nacional de Alimentação e Nutrição**. Brasília: Ministério da Saúde, 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Guia alimentar para a população brasileira**. 2. ed. – Brasília: Ministério da Saúde, 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. **Política Nacional de Promoção da Saúde: PNPS**: revisão da Portaria MS/GM n.º 687, de 30 de março de 2006 / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2015.

CONSELHO NACIONAL DE SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL – CONSEA. II Conferência Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional. **A construção da Política Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional**. 2004b.

GUERRA, L. D. S.; CERVATO-MANCUSO, A. M.; BEZERRA, A. C. D. Alimentação: um direito humano em disputa – focos temáticos para compreensão e atuação em segurança alimentar e nutricional. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 24, n. 9, p. 3369-3394, 2019.

KANTER, R. *et al.* A conceptual framework for understanding the impacts of agriculture and food system policies on nutrition and health. **Food Security**, v. 7, p. 767-777, 2015.

KAC, G; VELASQUEZ-MELENDZ, G. A transição nutricional e a epidemiologia da obesidade na América Latina. **Caderno de Saúde Pública**, v. 19, supl. 1, p. 4-5, 2003.

KEPPLE, A. W.; SEGAL-CORRÊA, A. M. Conceituando e medindo segurança alimentar e nutricional. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 16, p. 187-199, 2011.

KEPPLE, A. W. *et al.* **O estado da segurança alimentar e nutricional no Brasil. Um retrato multidimensional**. Relatório 2014.

KEPPLE, A. W.; GUBERT, M. B.; SEGALL-CORRÊA, A. M. **Metodologias de avaliação de segurança alimentar e nutricional**. p. 25-36. *In*: SILVA, C. O.; SOUZA, D. A.; PASCOAL, G. B.; SOARES, L. P (Org). Segurança alimentar e nutricional. Rio de Janeiro: Rubio, 2016.

LONDRES, F. **Agrotóxicos no Brasil: um guia para ação em defesa da vida**. AS-PTA – Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa: Rio de Janeiro; 2011.

LEÃO, M. M.; RECINE, E. **O Direito Humano à Alimentação Adequada**. *In*: TADDEI, J. A.; LANG R. M. F.; LONGO-SILVA, G.; TOLONI, M. H. A. Nutrição em Saúde Pública. Rio de Janeiro: Editora Rubio, 2011. p. 471-488.

MACHADO, J. C.; SPERANDO, N. **Introdução à Segurança Alimentar e Nutricional**. *In*: MORAIS, D. C.; SPERANDIO, N.; PRIORE, S. E. Atualizações e debates sobre Segurança Alimentar e Nutricional. 2020.

MEDEIROS, M. A. T. **Desafios do campo da alimentação e nutrição na Atenção Básica**. *In*: Nutrição e metabolismo: mudanças alimentares e educação nutricional. Coordenação DIEZ-GARCIA, R. W.; CERVATO-MANCUSO, A. M. Editor da série: VANNUCCHI, H. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011.

MORAIS, D. C.; MIGUEL, E. S. **A dimensão alimentar da Insegurança Alimentar e Nutricional.** //r. MORAIS, D. C.; SPERANDIO, N.; PRIORE, S. E. Atualizações e debates sobre Segurança Alimentar e Nutricional. 2020.

MORAIS, D. C.; SPERANDIO, N. **Direito Humano à Alimentação Adequada: Relação com a Segurança Alimentar e Nutricional e Soberania Alimentar.** //r. NAVES, B. T. O. *et al.* Repercussões éticas e jurídicas da genética. Apontamentos sobre os impactos na saúde e no meio ambiente. 2016. p. 66-79.

SOUZA, B. F. N. J. *et al.* Demographic and socioeconomic conditions associates with food insecurity in households in Campinas, SP, Brazil. **Revista de Nutrição**, v. 29, n. 6, p. 845-57, 2016.

# CAPÍTULO 10

## TRANSGÊNICOS NO BRASIL: MINANDO A SEGURANÇA ALIMENTAR E A AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

Gabriel Bianconi Fernandes e Hugh Lacey

### Introdução

Acabar com a fome foi o principal argumento usado para se legitimar a implementação da agricultura modernizada com base nas premissas da revolução verde. O aumento de produtividade necessário para se ampliar a oferta de alimentos viria da adoção de sementes melhoradas cultivadas na forma de monoculturas com o uso intensivo de fertilizantes sintéticos, irrigação, agrotóxicos, máquinas e equipamentos.

Em condições ótimas de plantio, a aplicação desse conjunto de tecnologias apresentaria sua melhor resposta e melhores rendimentos por área plantada. Não há dúvida de que a produtividade das principais culturas foi impulsionada pela aplicação desse pacote tecnológico (entre 1961 e 2017 a produtividade média global do milho foi de 1,9 para 5,6 ton./ha e a do trigo, no mesmo período, foi de 1,1 para 3,5 ton./ha)\*, mas não há dúvida também que parcela significativa dos agricultores no mundo cultivam terras em condições bem distantes daquelas onde a tecnologia pode idealmente produzir seus melhores resultados.

\*Confira em: <http://www.fao.org/statistics/en/>. Consulta em: 26 fev. 2019.

Ao mesmo tempo, a insegurança alimentar voltou a crescer desde 2014 e é uma questão que afeta 821 milhões de pessoas no mundo, enquanto uma epidemia de problemas decorrentes de uma má alimentação atinge outra parcela enorme da população.

Estima-se que no mundo 5,6 % das crianças de até cinco anos estejam acima do peso (38,3 milhões) e que 13,2 % dos adultos (mais de 672 milhões) sejam obesos<sup>1</sup>. O excesso de peso acomete um em cada dois adultos e uma em cada três crianças brasileiras. Diabetes, hipertensão e problemas cardíacos, entre outros, são doenças crônicas associadas aos efeitos de dietas cada vez mais industrializadas e do predomínio dos supermercados como forma de acesso a alimentos (BRASIL, 2014).

Elevar a produtividade das culturas sem ao mesmo tempo enfrentar as condições que possam garantir o acesso da população a alimentos em quantidade e qualidade adequadas – como o acesso a terra e aos meios de produção, assim como o acesso a trabalho e renda para compra de alimentos – não resulta em ações

consistentes de combate à fome (SCHUTTER, 2010). O Brasil, que havia saído do Mapa da Fome da ONU após pouco mais de uma década de um ciclo virtuoso de políticas públicas, ruma para um retrocesso humanitário (REDE BRASIL ATUAL, 2018).

As formas modernizadas de agricultura não só não contribuem para acabar com a fome, como elas também agravam as mudanças climáticas (LIN, 2011). A biodiversidade, os ciclos de nitrogênio e de fósforo foram afetados pelas atividades humanas (dependência do petróleo e agricultura industrializada) a tal nível que podem afetar o sistema terra como um todo (ROCKSTRÖM *et al.*, 2009). Agricultura e silvicultura respondem por pelo menos 24 % das emissões diretas de gases de efeito estufa (IPCC, 2014). É comum agricultores relatarem que as épocas de plantio estão alteradas, indicando que os efeitos sobre o clima já são notados no dia a dia. O ano de 2018 foi o quarto ano mais quente da história (0,83°C a mais do que a média entre 1951 e 1980), e os últimos cinco anos foram os cinco mais quentes desde o fim do século 19 (DOYLE, 2019). O esgotamento dos recursos naturais combinado com os efeitos das mudanças climáticas coloca em xeque a capacidade biofísica de o planeta continuar sustentando o atual sistema agroalimentar (ROCKSTROM *et al.*, 2009).

A economia das monoculturas baseia-se na lógica de ganhos de escala, assim cada vez mais áreas são necessárias (FISCHER, 2016). Essa lógica do "*get big or get out*" (LAPPÉ, 1985, p. 116) faz com que o desmatamento e as queimadas sigam crescendo no país como forma de se incorporar novas áreas de produção (como é o caso da Amazônia e da região de Cerrado conhecida por MATOPIBA, território que envolve partes dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia). Do ponto de vista político, governo e Congresso Nacional dispõem de um conjunto de propostas que visam reduzir áreas de proteção, de conservação e terras indígenas e permitir que estas passem a ser exploradas pela agricultura e pecuária comerciais (além de mineração e produção de energia). Da mesma forma, o governo avança no sentido de alterar regras de titulação de lotes de assentamentos da reforma agrária de forma a permitir que estes possam ser vendidos individualmente, passando a integrar o mercado de terras e, assim, o sistema produtivo dominante. Não se trata, portanto, de discutir isoladamente a "velha" revolução verde e seus impactos nem a "nova" revolução biotecnológica, baseada em grande parte na introdução e uso dos transgênicos, e suas promessas, mas sim colocar em questão o sistema (agro)alimentar como um todo e priorizar as alternativas existentes e seu potencial.

Nesse sentido, este texto tem como objetivo desenvolver argumento segundo o qual os transgênicos até hoje utilizados na agricultura, além de não contribuírem para concretizar as promessas que estão na sua origem (acabar com a fome, preservar o meio ambiente e gerar plantas mais nutritivas), minam as condições objetivas necessárias para a construção de um modelo agrícola verdadeiramente sustentável, orientado pela Agroecologia, que não agrave as emissões de gases de efeito estufa e que garanta acesso à terra como elemento central de um sistema agroalimentar mais justo e democrático.

Para ajudar no desenvolvimento do argumento, este texto inclui seções que contêm discussões sobre: os transgênicos como inovações tecnocientíficas que são parte do modelo agrícola dominante; os impactos dos transgênicos e sua inextricável relação com os agrotóxicos; a naturalização do modelo agrícola dominante como se não existissem alternativas viáveis; a importância das sementes crioulas e do livre uso da agrobiodiversidade pelos povos; e uma seção de considerações finais.

## **Transgênicos como objetos tecnocientíficos integrantes do modelo agrícola do agronegócio**

As novas tecnologias, sejam elas químicas ou genéticas, respondem a demandas do modelo agroalimentar dominante e não contribuem para mitigar os efeitos sociais e ambientais por elas gerados (IAASTD, 2009). Consideremos os transgênicos atualmente colhidos, processados e comercializados nas práticas do modelo agroalimentar dominante. Trata-se de objetos tecnocientíficos, resultantes da modificação dos genomas das plantas por meio de intervenções da engenharia genética cientificamente informadas e experimentalmente testadas. Na sua maior parte utilizam a técnica do DNA recombinante, de forma que as plantas maduras ou em desenvolvimento adquirem novas propriedades específicas. As variedades utilizadas no Brasil e em outros países incorporam principalmente propriedades que visam facilitar o uso de tóxicos para o controle de plantas espontâneas (ervas daninhas) e insetos-praga em monoculturas: tolerância a herbicidas e produção de toxinas letais a alguns insetos, como lagartas, embora os proponentes dos transgênicos há tempos prometam novas gerações de transgênicos que seriam mais nutritivos, resistentes à seca e a solos salinizados, entre outras.

Além de serem esse tipo de objeto tecnocientífico, esses mesmos transgênicos são ao mesmo tempo, commodities, ou seja, produtos das corporações do agronegócio criados e usados para servir a seus interesses (lucros, crescimento econômico e geração de divisas). São objetos inseridos no mercado global cujos usos são restringidos por direitos de propriedade intelectual. Além disso, são também, (quando efetivamente cultivados como produtos agrícolas) parte constituinte de agroecossistemas dos quais seus outros elementos constituintes incluem da mesma forma insumos externos tais como fertilizantes sintéticos, herbicidas e outros agrotóxicos que, no geral, assim como os próprios transgênicos, são também commodities e, frequentemente, produtos tecnocientíficos.

Assim, seu uso agrícola efetivo depende, por exemplo, da disponibilidade dos insumos requeridos e de acesso a crédito para que os agricultores possam comprar as sementes e os insumos necessários, além da aplicação legal das condições e dos direitos de propriedade intelectual na sua compra e na venda dos produtos agrícolas. Os interesses do agronegócio tendem a ser mais bem atendidos quando os transgênicos são cultivados em monoculturas em larga escala, plantados e colhidos mediante o uso intensivo de equipamentos e maquinário. Esse sistema de plantio e de ocupação do espaço contribui para minar as condições necessárias para a prática da Agroecologia e para a construção da soberania alimentar, intensificando os efeitos do modelo agrícola dominante. Entre esses efeitos pode-se destacar maiores deslocamentos e despejos de populações que não serão mais capazes de cultivar seu próprio alimento – e como é a agricultura familiar o setor responsável por produzir a maior parte do alimento para o consumo humano (IBGE, 2017), seu declínio torna mais provável a ocorrência de crises de escassez de alimentos.

Apesar da promessa de acabar com fome, usar transgênicos não é uma resposta adequada para garantir o direito humano à alimentação para todos (CONSEA, 2013). Não pode ser uma resposta porque o uso dos transgênicos é parte estruturante do funcionamento do modelo da agricultura moderna. A adoção do modelo agroalimentar dominado pelo agronegócio, antes da invenção dos transgênicos e de sua introdução

no modelo, ocasionou os efeitos antes mencionados. Agora, entretanto, o uso dos transgênicos (e seus potenciais sucessores tecnocientíficos<sup>1</sup>, por exemplo, a tecnologia CRISPR de edição de genomas)<sup>2</sup> tornou-se parte integrante (e indispensável) do funcionamento do modelo e desempenha papel causal central na manutenção e na expansão de seu domínio ao redor do mundo e na geração e ampliação de seus efeitos negativos.

Além disso, os transgênicos atualmente utilizados não têm lugar fora desse modelo. Seguramente, não apresentam utilidade nas práticas e políticas da soberania alimentar, que (de acordo com os seus proponentes) oferecem a melhor maneira para assegurar o direito à segurança alimentar para todos, e que responde aos interesses que incorporam os valores da justiça social, respeito para o alcance completo dos direitos humanos, sustentabilidade ecológica e social, e participação popular na tomada das decisões democráticas, em vez daqueles vinculados ao lucro, ao crescimento econômico e ao aumento das receitas das exportações (LACEY, 2015).

A soberania alimentar é a aspiração – articulada no plano internacional notadamente pela Via Campesina – para os agricultores familiares, os povos indígenas, os quilombolas e as comunidades tradicionais (NYELENI, 2007) que visa: (i) controlar a estrutura de todos os aspectos do sistema alimentar; (ii) produzir comida saudável e em quantidade suficiente, de modo culturalmente apropriado e ecologicamente sustentável nas suas próprias regiões ou perto delas; (iii) utilizar e desenvolver as abordagens agroecológicas – nas quais as sementes são selecionadas e multiplicadas pelos próprios agricultores nas suas áreas e não objetos tecnocientíficos comprados de empresas do agronegócio; (iv) proteger tanto os direitos dos agricultores às sementes, à terra, à água e a mercados justos, quanto as suas comunidades, seus meios de vida e a sustentabilidade ambiental; e (v) elaborar e implementar políticas locais, nacionais e internacionais que fortaleçam redes democráticas de gestão dos sistemas agroalimentares e avancem na realização de (i)–(iv) – tendo como horizonte a construção de um novo modelo que substitua o atual, moldado pelo agronegócio (LACEY, 2015).

Não só o uso de transgênicos não tem lugar nas políticas e nas experiências de soberania alimentar, como também seus proponentes enfrentam o desafio de fazer frente à situação atual na qual a prioridade política do governo brasileiro continuarão sendo, pelo menos durante o futuro imediato, de apoio e sustentação do modelo agrícola industrial.

### **As sementes transgênicas foram desenhadas para uso intensivo em monoculturas**

Desde a introdução dos transgênicos, desenhados para expressar as propriedades de tolerância a herbicidas e de produção de toxinas letais a alguns tipos de insetos, seus produtos têm sido amplamente consumidos. Isso tem levado a uma

---

<sup>1</sup> Ver a esse respeito, por exemplo: ARAKI, NOJIMA, ISHII; 2014. NATURE EDITORIAL, 2017.

<sup>2</sup> O sistema de edição genética CRISPR/Cas vem sendo aplicado associado a impulsores genéticos (*gene drives*) com o objetivo de alterar os mecanismos de herdabilidade de características na população inteira de uma dada espécie podendo ampliar o predomínio de um gene particular numa população (AGAPITO-TENFEN, 2016). Ou seja, o método pode rapidamente modificar não só um único organismo, mas toda uma população, inserindo em seu DNA uma modificação genética que aumenta a taxa em que a modificação é passada para a geração seguinte (LEDFOORD, 2015).

longa e não resolvida controvérsia sobre a segurança do consumo desses produtos. As empresas do setor, as agências regulatórias e os demais proponentes dos transgênicos sustentam que o consumo desses produtos – cuja produção foi aprovada por órgãos competentes – é seguro e não apresenta potencial de causar danos significativos à saúde humana ou animal. Os proponentes dos transgênicos chegam a defender a existência de consenso científico com relação à segurança desses produtos. Apesar disso, esse consenso não existe (HILBECK *et al.*, 2015).

A Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) é o órgão encarregado das decisões sobre pesquisa e uso comercial de organismos transgênicos e seus derivados no Brasil. A Comissão, que tem longo histórico de decisões sempre favoráveis à liberalização dos organismos transgênicos, está também dotada de poder normativo, ou seja, são seus próprios membros que definem as regras de classificação quanto ao grau de risco, testes e medidas de segurança exigidos e regras de monitoramento pós-liberação comercial e de coexistência entre cultivos geneticamente modificados (GM) e não-GM (FERNANDES; MARINHO, 2018).

Em 2008 a CTNBio deu sinal verde para o uso comercial do milho *Roundup Ready™*, resistente a herbicidas à base de glifosato. Em seu parecer técnico, o órgão afirma que esse milho “é tão seguro quanto seu equivalente convencional” e que “essa atividade não é potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente ou de agravos à saúde humana e animal”<sup>3</sup>. Depois da liberação desta variedade, mesmo desconsiderando um conjunto considerável de evidências científicas que apontam efeitos adversos dos transgênicos (FERMENT *et al.*, 2015), a CTNBio autorizou a comercialização de outras 23 contendo a mesma modificação genética para resistência ao glifosato<sup>4</sup> (a maior parte das variedades transgênicas hoje cultivadas acumulam genes de tolerância a mais de um herbicida). Além da abertura de mercado no país para as multinacionais proprietárias dessas sementes, essas liberações impulsionaram a mudança de normas nacionais que definem os limites máximos de resíduos de agrotóxicos (LMR) permitidos nas culturas agrícolas, explicitando que as plantações transgênicas demandam mais pulverizações que as convencionais (FERNANDES, 2018). O LMR do glifosato no milho foi multiplicado por 10, saltando de 0,1 para 1,0 mg/Kg. No caso do algodão resistente ao glifosato, o resíduo permitido é de 3,0 mg/Kg. A título de comparação, o resíduo de glifosato para o feijão comum é de 0,05 mg/Kg. Para a soja, o LRM de glifosato era 0,2 mg/Kg, valor que foi aumentado em 50 vezes com a liberação da soja *Roundup Ready™* (idem).

O campeão de vendas glifosato foi classificado pela Agência Internacional de Pesquisa sobre o Câncer, da Organização Mundial da Saúde (IARC/OMS), como provável cancerígeno para os seres humanos<sup>5</sup>. Cabe ainda destacar que o glifosato é ingrediente ativo do *Roundup™*, mas outros componentes e subprodutos da fórmula podem ser ainda mais tóxicos para as células humanas do que o próprio ingrediente ativo

<sup>3</sup> Confira em:

<http://ctnbio.mcti.gov.br/documents/566529/1471813/Parecer+T%C3%A9cnico+n%C2%B0%201596-2008.doc/76e0a004-cf4f-41d4-be39-70ad16f919ad>. Consulta em: 01 outubro 2019.

<sup>4</sup> Confira em:

<http://ctnbio.mcti.gov.br/documents/566529/1684467/Tabela+de+Plantas+Aprovadas+para+Comercializa%C3%A7%C3%A3o/e3087f9c-c719-476e-a9bd-bfe75def842f?version=1.3>. (Dados de junho de 2019 disponibilizados pela CTNBio).

<sup>5</sup> Confira em: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol112/mono112-10.pdf>

(MESNAGE; BERNAY; SÉRALINI, 2013). Outros agrotóxicos utilizados no Brasil foram incluídos na lista da IARC<sup>6</sup> entre eles o 2,4-D<sup>7</sup>, que é o terceiro agrotóxico mais usado no Brasil, sendo aplicado nas culturas de arroz, aveia, café, cana-de-açúcar, centeio, cevada, milho, pastagem, soja, sorgo e trigo. É classificado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) como extremamente tóxico<sup>8</sup>, mas apesar disso pode ser aplicado sobre 3 variedades de soja e 5 de milho transgênico autorizadas pela CTNBio<sup>9,10</sup>. Não obstante, setores do agronegócio afirmam que essas tecnologias permitem “uma redução do número de aplicações de herbicidas com aumento de rentabilidade”<sup>11</sup>.

Em 2012, o uso de agrotóxicos no país chegou a 6,9 Kg/ha (IBGE, 2015), sendo que as commodities soja, milho, cana e algodão concentram 85 % do total de agrotóxicos utilizados (PIGNATI *et al.*, 2017). Entre 2000 e 2012 no Brasil, período de maior expansão das áreas de soja e milho transgênicos, esse número cresceu 160 %, sendo que a soja aumentou 3 vezes. A soja, predominante entre as culturas geneticamente modificadas, utiliza 71 % desse volume (ALMEIDA *et al.*, 2017). Os herbicidas à base de glifosato usados nas lavouras transgênicas respondem por mais da metade de todo o veneno usado na agricultura brasileira (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2016, p. 14).

O surgimento e a multiplicação de espécies de plantas espontâneas tolerantes ao glifosato até recentemente eram descartados pela maioria dos membros da CTNBio, apesar de ser um fenômeno previsto pela ciência e alertado pela minoria crítica na Comissão. O avanço dessas espécies tolerantes (atualmente estão descritos 15 casos de resistência ao glifosato no Brasil, nem todos necessariamente ligados ao cultivo de transgênicos)<sup>12</sup> aparece como fracasso da tecnologia, o que está levando a uma substantiva ampliação no uso de agrotóxicos e, mais recentemente, ao redirecionamento da tecnologia para que as plantas transgênicas tolerem herbicidas de alta toxicidade (BINIMELIS, PENGUE, MONTERROSO, 2009).

<sup>6</sup> Confira em: <http://www.iarc.fr/en/media-centre/iarcnews/pdf/MonographVolume112.pdf>

<sup>7</sup> Confira em: [http://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2015/pdfs/pr236\\_E.pdf](http://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2015/pdfs/pr236_E.pdf)

<sup>8</sup> Confira em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117782/D27%2B%2B24-D.pdf/8548d5b3-f306-49df-ac49-4498bc5768d8>

<sup>9</sup> Essas liberações impulsionaram mudanças nas normas que definem os limites máximos de resíduos de agrotóxicos (LMR) permitidos nas culturas agrícolas, explicitando que as plantações transgênicas demandam mais pulverizações que as convencionais. O LMR do glifosato no milho foi multiplicado por 10, saltando de 0,1 para 1,0 mg/kg. Confira em:

[http://www.saude.sp.gov.br/resources/ses/legislacao/2010/setembro/informe-eletronico-de-legislacao-em-saude-n-184-27.09.2010/legislacaofederal/u\\_rs-ms-anvisa-re-4452\\_230910.pdf](http://www.saude.sp.gov.br/resources/ses/legislacao/2010/setembro/informe-eletronico-de-legislacao-em-saude-n-184-27.09.2010/legislacaofederal/u_rs-ms-anvisa-re-4452_230910.pdf).

No caso do algodão resistente ao glifosato, o resíduo permitido é de 3,0 mg/kg (<http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117782/G01%2B%2BGlifosato.pdf/6a549ab8-990c-4c6b-b421-699e8f4b9ab4>). A título de comparação, o resíduo de glifosato para o feijão comum é de 0,05 mg/kg. Para a soja, o LRM de glifosato era 0,2 mg/kg, valor que foi aumentado em 50 vezes com a liberação da soja Roundup Ready ([ftp://ftp.saude.sp.gov.br/ftpsessp/bibliote/informe\\_eletronico/2004/IELS.fev.04/Iels35/U\\_RS-ANVS-RE-33\\_170204.pdf](ftp://ftp.saude.sp.gov.br/ftpsessp/bibliote/informe_eletronico/2004/IELS.fev.04/Iels35/U_RS-ANVS-RE-33_170204.pdf)).

<sup>10</sup> Confira em:

<http://ctnbio.mcti.gov.br/documents/566529/1684467/Tabela+de+Plantas+Aprovadas+para+Comercializa%C3%A7%C3%A3o/e3087f9c-c719-476e-a9bd-bfe75def842f>

<sup>11</sup> Confira em: <https://www.grupocultivar.com.br/noticias/ministerio-da-agricultura-emite-registro-do-herbicida-roundup-ready-para-aplicacao-em-pos-emergencia-no-milho>

<sup>12</sup> Confira em: <http://weedsociety.org/summary/MOA.aspx?MOAID=12>. Consulta em: 01outubro 2019.

Outro fenômeno relatado a campo tem sido as plantas transgênicas se tornarem elas mesmas invasoras que comprometem o cultivo de outras transgênicas (CAETANO, 2014). A impossibilidade de controlar a emergência do milho resistente a glifosato que brota após a colheita com aplicações de glifosato exige a utilização de outros herbicidas sobre a soja, por exemplo. As implicações são óbvias: elevação dos custos de produção e a redução da qualidade do produto final, em função da presença de resíduos tóxicos nos grãos colhidos.

A alternativa, que consiste na eliminação manual do milho é considerada inviável, dada a escala de produção das monoculturas. Tem-se dessa forma evidências da expansão do volume e da toxicidade dos herbicidas envolvidos nessas sobre aplicações, o que representa aumento dos custos de produção e dos riscos à saúde e ao ambiente (CATACORA-VARGAS *et al.*, 2012). Essa realidade contraria os argumentos apresentados pelas empresas e sustentados pela maioria da CTNBio exaltando as vantagens desse tipo de tecnologia (GONÇALVES, 2012). A esse respeito, cabe lembrar as palavras do presidente da CTNBio quando defendia a liberação comercial de uma variedade transgênica ao mesmo tempo tolerante ao glifosato e resistente a insetos: haverá a possibilidade de um mesmo agricultor diminuir a carga de agroquímicos sobre a sua lavoura (NOTÍCIAS AGRÍCOLAS, 2012). O tempo se encarregou de desfazer essa retórica, mas hoje a linha de argumentação segue outra direção, quando se afirma que os problemas verificados não são de natureza técnica, mas socioeconômica e, portanto, alheios ao tema da biossegurança.

Os resultados das tecnologias que envolvem a produção de plantas-inseticidas do tipo Bt (*Bacillus thuringiensis*) também têm se mostrado insatisfatórios (TABASHNIK, BRÉVAULT, CARRIÈRE, 2013). Nesse caso, os registros de surgimento de pragas resistentes e de emergência de pragas secundárias são mais recentes, embora mais alarmantes. Entre outros relatos, há pesquisas internacionais apontando que falhas na própria modificação genética acarretam produção variável da proteína tóxica na planta ao longo de seu ciclo, permitindo que os insetos alvo entrem em contato com a cultura em um momento de baixa expressão da toxina, não só sobrevivendo como também acelerando o desenvolvimento de resistências (NGUYEN, JEHL, 2007; LIU *et al.*, 2008).

A pauta de votações da CTNBio apresenta plantas geneticamente modificadas que acumulam dois ou mais genes para a produção de duas ou mais proteínas inseticidas, indicando tentativa das empresas de prolongar a vida útil de seus produtos. No entanto, diversos estudos, somados a evidências de campo, revelam que há mecanismos bioquímicos não controláveis pela transgenia que também fazem com que o Bt perca sua eficácia (VAN DEN BERG, HILBECK, BOHN, 2013).

Na América Latina, o problema mais grave e recente está relacionado à explosão populacional de lagartas do gênero *Helicoverpa* em lavouras de algodão, soja e milho. No Brasil, em função desse fenômeno inesperado, que afetou a safra de algodão e soja em diversos estados no ciclo 2012/2013, o Ministério da Agricultura publicou a Portaria n. 42, declarando emergência fitossanitária no país. Segundo registros da imprensa, os prejuízos nessas culturas alcançaram a ordem dos R\$ 2 bilhões (CAETANO, VELOSO, 2013). Apenas no estado da Bahia (região que compõem o território do MATOPIBA), os prejuízos foram calculados em R\$ 1 bilhão.

Embora a relação entre a disseminação do problema agrônômico e a expansão das lavouras Bt seja evidente, os defensores da transgenia sustentam que a culpa é da

vítima<sup>13</sup>. Segundo essa argumentação, os agricultores seriam responsáveis pela emergência de pragas resistentes por não estarem semeando corretamente as áreas de refúgio (10 % da área de cada lavoura transgênica deveria ser cultivada com variedades convencionais para prevenir o surgimento de pragas resistentes). Apesar disso, essa interpretação não alivia a responsabilidade da tecnologia Bt, pois a retração na população de um inseto que tem seu nicho ecológico ocupado por outro, que passa da condição de praga secundária a praga principal, é um fato comum na ecologia como decorrência lógica da sucessão de cultivos de plantas transgênicas inseticidas em lavouras de milho e algodão (HILBECK, SCHMIDT, 2006; TABASHNIK, BRÉVAULT, CARRIÈRE, 2013; VAN DEN BERG, HILBECK, BOHN, 2013).

O fenômeno do surgimento de insetos resistentes se repete no caso da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*), havendo relatos de sua presença em várias regiões do país (Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia, Pará, Goiás, Distrito Federal, Paraná, São Paulo, Rio Grande do Sul, Maranhão e Piauí). Em função disso, os agricultores acabam retornando à prática de pulverizações sucessivas com inseticidas convencionais. Em alguns casos, essas aplicações se repetem cinco a seis vezes por safra, com enorme elevação nos custos. Nestas regiões, a infestação, de tão intensa, pode ser atestada visualmente, mesmo à distância (MESQUITA, 2013).

Mais uma vez nos defrontamos com a contradição entre os fatos documentados e o discurso das empresas. Nesse contexto, não se trata apenas de contabilizar os prejuízos para os agricultores ou mesmo atentar para a expansão do uso de agrotóxicos perigosos. A questão se refere ao poder dos interesses econômicos sobre a esfera das decisões político-administrativas, uma vez que, diante dessa situação classificada como emergencial, o governo brasileiro liberou não só produtos biológicos – Vírus VPN HzSNPV e *Bacillus thuringiensis* – e três inseticidas químicos – Clorantraniliprole, Clorfenapyr e Indoxacarbe –, mas também a importação do inseticida Benzoato de Emamectina, cujos efeitos sobre a saúde humana não são conhecidos. Foi revisto parecer da própria ANVISA enfaticamente contrário à liberação desse produto por sua condição neurotóxica<sup>14</sup>.

### **A naturalização do modelo agrícola dominante**

Para setores do agronegócio e para a maior parte dos membros de órgãos reguladores como a CTNBio, os fenômenos descritos nas seções anteriores não são relevantes a ponto de suscitar dúvidas sobre a legitimidade da hegemonia do modelo agroalimentar moderno. Ao contrário, para eles, esses fenômenos têm a ver com

---

<sup>13</sup> O fato é que o emprego de transgênicos do tipo Bt nos agroecossistemas nas suas dadas condições socioeconômicas gera esses efeitos – ainda que se possa argumentar que se fossem usados em condições diferentes (ou seja, regulados pelo governo e estipulados pelas empresas) tais efeitos seriam evitados ou postergados por anos. Culpar a vítima serve apenas para desviar o fato. Mesmo se considerarmos que o uso dessas sementes conforme suas recomendações possam evitar tais efeitos, outros danos decorrentes de seu emprego em monoculturas e em virtude de serem commodities ainda assim ocorreriam.

<sup>14</sup> Parecer disponível em:

[https://contraosagrototoxicos.org/wp-content/uploads/2017/11/parecer\\_indeferimento\\_ativo\\_benzoato\\_emamectin.pdf](https://contraosagrototoxicos.org/wp-content/uploads/2017/11/parecer_indeferimento_ativo_benzoato_emamectin.pdf). Consulta em: 01 outubro 2019.

preocupações ordinárias das práticas agrícolas que emergem e podem ser resolvidas rotineiramente por dentro do modelo - fenômenos como esses não indicam problemas *do* modelo que podem questionar sua legitimidade e motivar esforços para se desenvolver e implementar um modelo alternativo (FERNANDES, 2019).

Os proponentes e demais defensores do atual modelo construíram um discurso que efetivamente naturaliza o modelo, retratando-o como sendo respaldado pela ciência e como parte do sentido comum da nossa era. Esse discurso se baseia nas ideias de que (i) ciência, tecnologia e inovação constituem uma unidade; (ii) as inovações tecnocientíficas são necessárias para se resolver a maioria dos problemas do mundo (incluindo a fome), inclusive os problemas que são subprodutos do uso de inovações tecnocientíficas; e (iii) é legítimo utilizar uma dada inovação tecnocientífica considerada eficaz em práticas sociais ao menos que haja evidências científicas robustas indicando que seu uso é seriamente prejudicial ou ocasiona riscos inaceitáveis (LACEY, 2015).

Os transgênicos são inovações tecnocientíficas, e aqueles que advogam seu uso massivo na agricultura alegam que a pesquisa científica já estabeleceu que sua adoção não acarreta riscos significativos à saúde humana nem ao meio ambiente e que – para se produzir comida suficiente para todos – não há alternativas a não ser confiar a essas técnicas (ou a suas sucessoras tecnocientíficas) um papel central nas atuais políticas e práticas agrícolas no mundo. Assim, neste discurso, a legitimidade (e mesmo necessidade) da difusão do uso agrícola de transgênicos (ou, de forma mais ampla, da adoção do modelo agroalimentar moderno) é situada além do âmbito dos questionamentos sensatos ou aceitáveis. Ele não necessita justificativas ou deliberações de órgãos reguladores, e toda oposição ao uso dos transgênicos é infundada, anti-científica, anti-ética e ideológica. É difícil achar espaço na imprensa, nas universidades e nos órgãos públicos para se discutir a legitimidade do uso dos transgênicos (e da adoção do modelo agrícola moderno) fora dos limites desse discurso (LACEY, 2017).

Não obstante, há muito significado ético e social no que diz respeito aos riscos e às alternativas que não podem ser articuladas no interior dos limites impostos por esse discurso e isso, em grande medida, é consequência de uma concepção inadequada (embora amplamente adotada) de ciência incorporada a esse discurso (LACEY, 2019a).

Conforme essa concepção, a pesquisa científica é conduzida utilizando-se metodologias descontextualizadoras (LACEY, MARICONDA, 2014) como as adotadas nas disciplinas científicas (biologia molecular e biotecnologia), a partir das quais os transgênicos foram desenvolvidos – que permitem compreender as estruturas moleculares, componentes, interações, processos e leis dos objetos em questão e as possibilidades que podem advir de sua manipulação, de forma que sejam investigadas de maneira dissociada dos contextos nos quais se situam: as dimensões humana, social e ecológica do nexos causal nas quais se situam e assim as variáveis humanas que controlam seu uso e, em geral, seu impacto nas vidas humanas, nos arranjos sociais e no ambiente. As metodologias descontextualizadoras não são suficientes para se investigar as alegações de que não há riscos sérios no uso de transgênicos nem alternativas viáveis ao uso desses produtos (LACEY, 2017; 2019b).

Os riscos decorrentes do uso de transgênicos que podem ser avaliados, quando a pesquisa científica adota estratégias descontextualizadas, são limitados àqueles ocasionados em virtude de serem os transgênicos objetos tecnocientíficos. Estes são riscos ocasionados por mecanismos desencadeados pelos eventos de modificação genética que ocorrem no interior do genoma modificado de um organismo transgênico.

Ocorre que essas metodologias, uma vez dissociadas dos contextos social e ecológico (por exemplo, aquelas da biologia molecular), não bastam para que se investiguem os riscos ocasionados pelo fato de os transgênicos serem parte de sistemas ecológicos que contêm, por exemplo, agrotóxicos e outros insumos externos, e de que sejam commodities (LACEY, 2015).

Como parte do discurso que naturaliza o modelo agroalimentar moderno, é comum alegar-se que existe consenso científico de que os transgênicos (aqueles já aprovados para uso agrícola) são seguros no geral e, em particular, para o consumo humano. Como já mencionado, tal consenso não existe. Portanto, ainda que se estabelecesse cientificamente que não há riscos sérios ocasionados pelos mecanismos desencadeados pelos eventos incorporados nos genomas dos organismos transgênicos, isso não significaria que não existam riscos sérios de se usar transgênicos em agroecossistemas sob as condições socioeconômicas nas quais eles são de fato utilizados, dado que riscos podem ser ocasionados em decorrência de mecanismos causais que não podem ser investigados quando apenas metodologias descontextualizadas são empregadas. Isso não implica que tais riscos não possam ser investigados cientificamente, eles podem, caso adotem-se metodologias – como aquelas da Agroecologia (LACEY, 2015) – que não requerem sua dissociação do contexto, metodologias que são admissíveis quando a ciência é identificada como pesquisa multiestratégica (LACEY, MARICONDA, 2014).

Esse discurso, ao incorporar uma concepção de ciência que não reconhece as credenciais epistêmicas dos resultados obtidos pela adoção de metodologias relevantes não descontextualizadoras, justifica a não consideração desses riscos nas deliberações sobre a legitimidade do uso de transgênicos. Justifica também não se investigar nem explorar formas alternativas de agricultura (por exemplo, Agroecologia), cuja racionalidade não depende do uso de inovações tecnocientíficas, visto que as metodologias descontextualizadoras carecem dos recursos para investigá-los adequadamente (LACEY, 2019a).

Assim, a alegação de que não existe alternativa viável ao uso disseminado de transgênicos não resulta de pesquisas empíricas voltadas para testar o potencial da Agroecologia (e o de outros enfoques agrícolas). Tal inexistência é presumida do fato de que as formas alternativas de agricultura não se encaixam no modelo da agricultura moderna dominante. A ampla aceitação (inclusive entre muitos cientistas) da ideia de que a dissociação do contexto é essencial para as metodologias científicas pode constituir o maior obstáculo para se reconhecer que o discurso que legitima o uso de transgênicos<sup>15</sup> não é robustamente fundamentado (LACEY, 2017; 2019b).

Desde que nenhuma pesquisa que adote apenas metodologias descontextualizadoras possa gerar resultados relevante para testá-los empiricamente, isso implica tratar dogmaticamente os itens (i)–(iii) acima como limitantes a qualquer discurso razoável. Mas esses três itens são premissas chave da legitimação do uso dos transgênicos. Eles não são bem estabelecidos empiricamente. Eles só poderiam ser testados empiricamente por pesquisa que adota metodologias não-descontextualizadoras; e pode-se argumentar que tal pesquisa produziu evidência robusta de que os itens são falsos. Portanto, não são restrições de discurso razoável em

---

<sup>15</sup> FERNANDES e colaboradores (2019) – discussão sobre os transgênicos do tipo Bt – mostram como que mesmo no campo das metodologias descontextualizadoras o discurso que legitima o uso de transgênicos carece de fundamento científico sólido.

função de suas credenciais empíricas, científicas. Lacey argumenta que elas são, grosso modo, aceitas porque apresentam relações dialéticas com os valores do progresso tecnológico, do capital e do mercado, que estão profundamente incorporados nas instituições contemporâneas dominantes (LACEY, 2017, 2019) e definem interesses, por exemplo, do oligopólio internacional que controla as patentes sobre as tecnologias de manipulação genética.

### **Sementes da resistência**

Apesar da força retórica do discurso que legitima o modelo agroalimentar moderno e o poder da oligarquia internacional cujos interesses ele representa, o modelo dominante não foi capaz de ocupar todos os espaços da agricultura. A diversidade dos recursos genéticos para a agricultura e a alimentação segue nas mãos dos agricultores familiares, povos indígenas e comunidades tradicionais – ainda que fragilmente em alguns casos. Embora possa ser questionável apontar a existência de um padrão global de perda de diversidade agrícola, há evidências de que a diversidade cultivada pelos agricultores vem diminuindo ao longo dos anos e que aumentam as ameaças à conservação dessa diversidade (FAO, 2019, p. 114).

Como as sementes crioulas estão intimamente ligadas aos ambientes e aos agroecossistemas nos quais elas foram selecionadas, a perda dessas variedades passa, entre outros, por questões ligadas ao acesso à terra e a territórios tradicionais, ocorrência de secas, de pragas e de doenças, contaminação por transgênicos e agrotóxicos e pela introdução de variedades melhoradas. As estatísticas globais, por outro lado, podem esconder processos locais de resistência e adaptação dos agricultores e de suas estratégias para a manutenção de sistemas diversificados de cultivo (WIT, 2016).

Um extensivo estudo realizado em dois municípios do extremo oeste de Santa Catarina, ambos com forte presença da agricultura familiar, identificou 1513 populações de variedades locais de milho, sendo 1078 pipoca, 37 de milho comum, 61 de milho doce e 37 de milho farináceo (SILVA, VIDAL, OGLIARI, 2017). Do ponto de vista das coleções *ex situ* de germoplasma, a Embrapa mantém cerca de 4 mil registros de milho, que são, em sua maioria (82,1 %), variedades crioulas obtidas por coletas ou por doações (TEIXEIRA, 2008). Outra pesquisa, dessa vez realizada com 20 agricultores de cinco municípios do Agreste da Paraíba, identificou 55 variedades de feijões (distribuídos entre *Phaseolus vulgaris*, *P. lunatus* e *Vigna unguiculata*) (ALMEIDA, 2011). Esses são alguns dados que reforçam o entendimento de que a crise global de perda da diversidade tem manifestações variadas e que regiões com maior presença de agricultores familiares tendem a presenciar processos de resistência às ameaças sobre as sementes dada a relação de reforço mútuo entre a sócio e a biodiversidade.

### **Considerações Finais**

Os riscos sociais e ambientais do atual modelo são agravados pelo risco de se retardar o investimento na Agroecologia e em ações orientadas pelo princípio da precaução. O princípio da precaução diz respeito ao direito ao meio ambiente equilibrado e a sua proteção diante de atividades impactantes ou cujos efeitos são desconhecidos. O Brasil tem o dever de proteger o meio ambiente. Esse compromisso está na Constituição Federal, na Declaração da Rio 92 e em leis como a de biossegurança.

Uma empresa que quer liberar um novo produto transgênico, por exemplo, não pode se opor a medidas de precaução alegando que não está comprovado cientificamente que esse novo produto causará danos.

A indústria ataca o princípio da precaução dizendo que seus defensores buscam certeza científica de risco zero. Com efeito, porém, por se opor à liberação de um novo produto transgênico sem a adequada avaliação de todos os tipos de risco que ele pode apresentar, o princípio de precaução serve para proteger a sociedade da dominação dos interesses de empresas e governos.

O agronegócio e seus aliados rejeitam os apelos ao princípio da precaução argumentando que os benefícios alegados do uso dos transgênicos são tão significativos que seu valor supera qualquer efeito colateral danoso que possa ser ocasionado por seu uso, no entanto, eles no geral não investigaram os danos ocasionalmente causados pelo uso de transgênicos nos agroecossistemas nos quais eles de fato foram cultivados e nos sistemas socioeconômicos dos quais o sistema agroalimentar hegemônico é parte integral. Alegam ainda que o uso de transgênicos levará ao fim da fome, que sua introdução na agricultura nas áreas pobres do mundo, por exemplo, em programas na África financiados pela Fundação Bill e Melinda Gates é a maneira mais efetiva de se enfrentar problemas de fome e desnutrição, e que sem a adoção dos transgênicos não será possível produzir comida suficiente e de forma sustentável para alimentar toda a população mundial nos próximos anos.

Dessa forma, defendem que o dano causado pela não adoção dos transgênicos seria de tamanha seriedade que simplesmente não deveria ser arriscado em nome da prevenção dos danos (de menor significado ético) como enfatizam aqueles que defendem a importância do princípio da precaução. Repetindo essa alegação, órgãos responsáveis pela elaboração e implementação de políticas agrícolas dão elevada prioridade para a pesquisa e o desenvolvimento dos transgênicos e para sua rápida introdução nas práticas agrícolas ao redor do mundo.

Entretanto, essas alegações não são baseadas na avaliação de dados empíricos nem estão ligadas a iniciativas que buscam identificar o que propõem as alternativas disponíveis. Da mesma forma, não se engajam em levantamentos empíricos que comparam seus riscos e benefícios. Essas alegações são feitas especificamente sem se considerar o fato de que o modelo agroalimentar dominante – no qual estão situados a pesquisa, o desenvolvimento e os usos dos transgênicos – não é capaz de responder adequadamente ao direito à segurança alimentar para todos, e que a introdução dos transgênicos nas práticas agrícolas em áreas mais pobres depende do estabelecimento de todo o modelo hegemônico.

Tais argumentos também ignoram não só os dados que informam as vantagens da Agroecologia e de seu potencial nas áreas empobrecidas e as propostas para a soberania alimentar, mas também as recomendações de muitos órgãos internacionais com relação à urgência de se apoiar o desenvolvimento da Agroecologia.

## Referências

- AGAPITO-TENFEN, S. **Biosafety aspects of genome-editing techniques**. Biosafety Briefing, 2016.
- ALMEIDA, V. E. S. *et al.* Uso de sementes geneticamente modificadas e agrotóxicos no Brasil: cultivando perigos. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 22, n. 10, p. 3333–3339, 2017.

ALMEIDA, M. P. C. L. **Conservação de etnovariedades de feijão por agricultores tradicionais no Agreste da Paraíba, semiárido do Brasil**. 2011. 68 f. Dissertação (Mestrado em Botânica). Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

ARAKI, M.; NOJIMA, K.; ISHII, T. Caution required for handling genome editing technology. **Trends in Biotechnology**, v. 32, n. 5, p. 234–237, 2014.

BINIMELIS, R.; PENGUE, W.; MONTERROSO, I. "Transgenic treadmill": Responses to the emergence and spread of glyphosate-resistant johnsongrass in Argentina. **Geoforum**, v. 40, n. 4, p. 623–633, 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Guia alimentar para a população brasileira**. 2ª ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2014.

CAETANO, M. Milho guaxo invade lavouras de soja e eleva custos em MT. **Valor Econômico**, 2014. Disponível em: <https://www.valor.com.br/agro/3390766/milho-guaxo-invade-lavouras-de-soja-e-eleva-custos-em-mt>. Acesso em: 1 out. 2019.

CAETANO, M.; VELOSO, T. Lagarta pode levar governo a decretar situação de emergência. **Valor Econômico**, 2013. Disponível em: <https://www.valor.com.br/empresas/3040918/lagarta-pode-levar-governo-decretar-situacao-de-emergencia>. Acesso em: 19 setembro 2019.

CATACORA-VARGAS, G. *et al.* **Soybean Production in the Southern Cone of the Americas: Update on Land and Pesticide Use**. Cochabamba, Bolívia: Genok/UFSC/Redes AT/Base-IS, 2012.

CONSELHO NACIONAL DE SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL - CONSEA. **Mesa de Controvérsias sobre Transgênicos**. Brasília, DF: Conselho Nacional de Segurança Alimentar, 2013. Disponível em: [http://www4.planalto.gov.br/consea/eventos/mesa\\_de\\_controversias/transgenicos-2013/miolo\\_transgenicos\\_29\\_07.pdf](http://www4.planalto.gov.br/consea/eventos/mesa_de_controversias/transgenicos-2013/miolo_transgenicos_29_07.pdf). Acesso em: 19 set. 2019.

DOYLE, A. 2018 foi o quarto ano mais quente já registrado na história. **Folha de São Paulo**, 2019. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/ambiente/2019/02/2018-foi-o-quarto-ano-mais-quente-ja-registrado-na-historia.shtml>. Acesso em: 6 fev. 2019.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **The State of the World's Biodiversity for Food and Agriculture**. Rome: Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessments, 2019. Disponível em: <http://www.fao.org/3/CA3129EN/CA3129EN.pdf>. Acesso em: 19 setembro 2019.

FERMENT, G. *et al.* **Lavouras transgênicas: riscos e incertezas: mais de 750 estudos desprezados pelos órgãos reguladores de OGMs**. Brasília: Ministério do

Desenvolvimento Agrário, 2015. Disponível em: [http://pratoslimpos.org.br/files/2020/04/LAVOURAS\\_TRANSGENICAS.pdf](http://pratoslimpos.org.br/files/2020/04/LAVOURAS_TRANSGENICAS.pdf). Acesso em: 23 maio 2020.

FERNANDES, G. B. O Pop do Agro. *In*: SANTOS, M.; GLASS, V. **Atlas do Agronegócio: fatos e números sobre as corporações que controlam o que comemos**. Rio de Janeiro: Fundação Heinrich Boll, 2018. p. 22–23.

FERNANDES, G. B. *et al.* Genes, genética e determinismo: O caso dos transgênicos na agricultura. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v. 8, n. 2, p. 264–283, 2019.

FERNANDES, G. B.; MARINHO, W. O caminho da liberalização dos transgênicos no Brasil. **Agroecologia**, v. 12, n. 2, p. 19–28, 2018.

FERNANDES, G. B. **Novas biotecnologias, velhos agrotóxicos: um modelo insustentável que avança e pede alternativas urgentes**. Rio de Janeiro: Fundação Heinrich Boll, 2019. Disponível em: <https://br.boell.org/pt-br/2019/11/26/novas-biotecnologias-velhos-agrotoxicos-um-modelo-insustentavel-que-avanca-e-pede>. Acesso em: 23 maio 2020.

FISCHER, K. Why new crop technology is not scale-neutral—A critique of the expectations for a crop-based African Green Revolution. **Research Policy**, v. 45, n. 6, p. 1185–1194, 2016.

GONÇALVES, C. **Produtores de algodão terão de esperar para colher vantagens de variedade transgênica aprovada pela CTNBio**. Agência Brasil, 2012. Disponível em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/noticia/2012-08-21/produtores-de-algodao-terao-de-esperar-para-colher-vantagens-de-variedade-transgenica-aprovada-pela-c>. Acesso em: 19 setembro 2019.

HILBECK, A.; SCHMIDT, J. E. U. Another View on Bt Proteins – How Specific are They and What Else Might They Do? **Biopesticides International**, v. 2, n. 1, p. 50, 2006.

HILBECK, A. *et al.* No scientific consensus on GMO safety. **Environmental Sciences Europe**, v. 27, n. 1, p. 4, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo agropecuário 2017: resultados definitivos**. 2017. Disponível em: [https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo\\_agro/resultadosagro/index.html](https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo_agro/resultadosagro/index.html). Acesso em: 26 maio 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Indicadores de desenvolvimento sustentável: Brasil 2015**. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv94254.pdf>. Acesso em: 19 setembro 2019.

INTERNATIONAL ASSESSMENT OF AGRICULTURAL KNOWLEDGE, SCIENCE AND TECHNOLOGY FOR DEVELOPMENT - IAASTD. **Synthesis Report: A synthesis of the**

global and sub-global IAASTD reports. Washington, DC: Island Press, 2009. Disponível em: <http://www.agassessment-watch.org/report/Synthesis%20Report%20%28English%29.pdf>. Acesso em: 19 setembro 2019.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC. **Climate Change 2014: Synthesis Report**. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Switzerland, Geneva, 2014. Disponível em: <https://archive.ipcc.ch/report/ar5/syr/>. Acesso em: 19 setembro 2019.

LACEY, H. Sistemas alimentar e agrícola para o futuro: ciência, emancipação e florescimento humano. **Ciência e Tecnologia Social**, v. 2, n. 1, p. 1-21, 2015.

LACEY, H. The life and times of transgenics. *In*: BENSUADE-VINCENT, B. *et al.* (Eds.). **Research Objects in their Technological Setting**. London: Routledge, 2017. p. 150–165.

LACEY, H. Adoção de medidas de precaução diante dos riscos no uso das inovações tecnocientíficas. **Estudos Avançados**, v. 33, n. 95, p. 245–258, 2019a.

LACEY, H. A view of scientific methodology as source of ignorance in the controversies about genetically engineered crops. *In*: KOURANY, J.; CARRIER, M. **Science and the Production of Ignorance: When the quest for knowledge is thwarted**. Cambridge: MIT Press, 2019b. p. 245–270.

LACEY, H.; MARICONDA, P. R. O modelo das interações entre as atividades científicas e os valores. **Scientiae Studia**, v. 12, n. 4, p. 643–668, 2014.

LAPPÉ, F. M. **Dieta para um pequeno planeta**. São Paulo: Global, 1985.

LEDFOURD, H. Caution urged over editing DNA in wildlife (intentionally or not). **Nature**, v. 524, n. 7563, p. 16–16, 2015.

LIN, B. Effects of industrial agriculture on climate change and the mitigation potential of small-scale agro-ecological farms. **CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources**, v. 6, n. 020, p. 1–18, 2011.

LIU, F. *et al.* Resistance Allele Frequency to Bt Cotton in Field Populations of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in China. **Journal of Economic Entomology**, v. 101, n. 3, p. 933–943, 2008.

MESNAGE, R.; BERNAY, B.; SÉRALINI, G.-E. Ethoxylated adjuvants of glyphosate-based herbicides are active principles of human cell toxicity. **Toxicology**, v. 313, n. 2–3, p. 122–128, 2013.

MESQUITA, A. O Brasil enfrenta infestação sem precedentes de lagartas em lavouras de milho GM. Agricultores, técnicos e empresas difusoras de tecnologia divergem sobre a causa do ataque. **Agro DBO**, 2013. p. 24–30.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Relatório Nacional de Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Agrotóxicos**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2016. Disponível em: <http://www.agroecologia.gov.br/sites/default/files/publicacoes/Relatorio-Nacional-de-VSPEA-vol-1.pdf>. Acesso em: 19 setembro 2019.

NGUYEN, H. T.; JEHLE, J. A. Quantitative analysis of the seasonal and tissue-specific expression of Cry1Ab in transgenic maize Mon810. **Journal of Plant Diseases and Protection**, v. 114, n. 2, p. 82–87, 2007.

NATURE EDITORIAL. Gene-drive technology needs thorough scrutiny. **Nature**, v. 552, n. 7683, p. 6–6, 2017.

NOTÍCIAS AGRÍCOLAS. **CTNBio aprova plantio de algodão transgênico da Monsanto**. Notícias Agrícolas, 16 agosto 2012. Disponível em: <https://www.noticiasagricolas.com.br/noticias/algodao/109678-ctnbio-aprova-plantio-comercial-do-algodao-transgenico.html#.XYQL-lrLcTs>. Acesso em: 19 setembro 2019.

NYELENI. **Synthesis Report. Nyéléni 2007**: Forum for Food Sovereignty. Sélingué, Mali. Disponível em: <https://nyeleni.org/IMG/pdf/31Mar2007NyeleniSynthesisReport-en.pdf>. Acesso em: 19 setembro 2019.

PIGNATI, W. A. *et al.* Distribuição espacial do uso de agrotóxicos no Brasil: uma ferramenta para a Vigilância em Saúde. **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 10, p. 3281–3293, 2017.

REDE BRASIL ATUAL. **Brasil pode voltar ao Mapa da Fome. ONU faz campanha pela segurança alimentar**. Rede Brasil Atual, 2018. Disponível em: <https://www.redebrasilatual.com.br/cidadania/2018/03/brasil-pode-voltar-ao-mapa-da-fome-onu-faz-campanha-pela-seguranca-alimentar>. Acesso em: 19 setembro 2019.

ROCKSTROM, J. *et al.* A safe operating space for humanity. **Nature**, v. 461, n. 7263, p. 472–475, 2009.

SCHUTTER, O. **Agroecology and the Right to Food, a Report Presented at the 16th Session of the United Nations Human Rights Council**. United Nations Human Rights Council, 2010. Disponível em: [http://www.srfood.org/images/stories/pdf/officialreports/20110308\\_a-hrc-16-49\\_agroecology\\_en.pdf](http://www.srfood.org/images/stories/pdf/officialreports/20110308_a-hrc-16-49_agroecology_en.pdf). Acesso em: 19 setembro 2019.

SILVA, N. C. A.; VIDAL, R.; OGLIARI, J. B. New popcorn races in a diversity microcenter of *Zea mays* L. in the Far West of Santa Catarina, Southern Brazil. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 64, n. 6, p. 1191–1204, 2017.

TABASHNIK, B. E.; BRÉVAULT, T.; CARRIÈRE, Y. Insect resistance to Bt crops: lessons from the first billion acres. **Nature Biotechnology**, v. 31, n. 6, p. 510–521, 2013.

TEIXEIRA, F. F. Milho cultivado no Brasil e banco de germoplasma – uma forma de classificação da variabilidade genética. **Comunicado Técnico**, v. 155, p. 1–11, 2008.

VAN DEN BERG, J.; HILBECK, A.; BOHN, T. Pest resistance to Cry1Ab Bt maize: Field resistance, contributing factors and lessons from South Africa. **Crop Protection**, v. 54, p. 154-160, 2013.

VANLOQUEREN, G.; BARET, P. V. How agricultural research systems shape a technological regime that develops genetic engineering but locks out agroecological innovations. **Research Policy**, v. 38, n. 6, p. 971–983, 2009.

WIT, M. M. Are we losing diversity? Navigating ecological, political, and epistemic dimensions of agrobiodiversity conservation. **Agriculture and Human Values**, v. 33, n. 3, p. 625–640, 2016.

TABASHNIK, B. E.; BRÉVAULT, T.; CARRIÈRE, Y. Insect resistance to Bt crops: lessons from the first billion acres. **Nature Biotechnology**, v. 31, n. 6, p. 510–521, 2013.

# CAPÍTULO 11

## ALIMENTAÇÃO, SAÚDE E AGROECOLOGIA

Honório Dourado Neto, Emuriela da Rocha Dourado e Steliane Pereira Coelho

### Introdução

A alimentação saudável é um dos pilares para a promoção da saúde. O modelo de agricultura convencional adotado nas últimas décadas desafia as formas tradicionais de alimentação, estabelecendo novos modelos de consumo, em razão de ser um sistema que prioriza a produção de *commodities* e responde mais ao mercado do que às reais necessidades alimentares da população. A segurança alimentar e nutricional sustentável se caracteriza pela adoção de uma agricultura sustentável, baseados nos princípios da ciência da agroecologia (CAPORAL, COSTABEBER, 2003).

A partir da segunda metade do século 20, a chamada Revolução Verde promoveu uma mudança substancial na relação do homem com o solo, a água, o ambiente e a atmosfera. O impacto científico-tecnológico da Revolução Verde implementou uma rigidez técnica que conduz a uma alta dependência econômica de insumos, maquinário e de tecnologia, promovendo o estabelecimento de monocultivos, uso de fertilizantes sintéticos, produtos químicos para controle de pragas e doenças, necessidade de condições ambientais controladas e a manipulação genética de plantas e animais (PETERSEN *et al.*, 2009).

O modelo que se dissipou em escala global nos anos 1980, surgiu com a justificativa de que a sua implementação seria imprescindível no combate à fome, visto que a população cresce em ritmo acelerado e, portanto, o referido modelo garantiria um aumento na produção de alimentos, suprimindo sobremaneira esta demanda crescente (KHATOUNIAN, 2001).

Ainda que este aumento na produção de alimentos tenha sido evidenciado, o problema da fome persiste até os dias atuais, fato que reafirma que a problemática da fome tem menor correlação com produção insuficiente de alimentos e se deve em maior grau a uma injusta distribuição de renda e à desigualdade social, que impedem o acesso a uma alimentação adequada e saudável para a população (VALENTE, 2013).

Dados recentes publicados pela Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) mostram que, no mundo todo, cerca de 821 milhões de pessoas estão em situação crônica de fome, enquanto outros 641 milhões são obesos (FAO, 2018). O paradoxo contido nas informações divulgadas em que, mundialmente, coexistem obesos e famintos, delatam as falhas de um sistema alimentar ineficaz e corrompido em seu princípio, sem regulação ou controle às regras e submetido aos interesses do mercado e do capitalismo. As super safras não matam a fome. Assim, persiste neste quadro, a condição de insegurança alimentar

da população em nível global (GOMES JUNIOR, BORGES, 2019).

No relatório da Organização das Nações Unidas publicado em dezembro de 2018 há uma tentativa de oferecer possíveis soluções para garantir uma alimentação sustentável, saudável e acessível (ONU, 2018). A projeção divulgada estima que em 2050 haverá quase dez bilhões de pessoas no mundo e, para alguns pesquisadores, a quantidade de alimento produzida atualmente seria, desde hoje, capaz de suprir a demanda projetada (BITTMAN, 2013; BERNERS-LEE *et al.*, 2018). Dentre as soluções listadas no documento estão propostas mudanças na forma de consumo e no estilo de vida e na adoção de uma alimentação sem carne, com menores índices de desperdício de alimentos - contabilizado atualmente em um terço do que é produzido (FAO, 2016; 2017). Estas medidas visam proteger e restaurar os ecossistemas naturais e diminuir a expansão de terras agrícolas, tornando as terras atualmente cultivadas mais produtivas, evitando seu uso para fins que não sejam destinados diretamente à alimentação humana, como no caso da produção de biocombustíveis (ONU, 2018).

Relatórios recentes demonstram que uma transição para uma agricultura com sua base nos princípios agroecológicos pode proporcionar não apenas benefícios sociais, econômicos e ambientais significativos, mas fomentam que a Agroecologia tem potencial para alimentar o mundo de forma equitativa e sustentável (FAO, 2015). Gliessman (2001) propõe que o enfoque agroecológico corresponde à aplicação de conceitos e princípios da ecologia no manejo de sistemas agrícolas e, como resultado dessa integração, desenham-se os agroecossistemas sustentáveis. Conceitualmente, a Agroecologia é uma ciência e um campo de conhecimentos de natureza multidisciplinar que visa contribuir na construção de estilos de agricultura de base ecológica (CAPORAL, COSTABEBER, 2002).

Alimentação, saúde e Agroecologia estão, portanto, na agenda mundial e há uma confluência entre a necessidade de alimentar a população, quantitativa e qualitativamente, e a manutenção de agroecossistemas a longo prazo, o que só pode ser alcançado por meio de um desenvolvimento sustentável. Desde a Terceira Conferência Internacional sobre Promoção da Saúde realizada na Suécia, em 1991, as áreas de saúde e meio ambiente têm sido consideradas inseparáveis e interdependentes (OPAS, 1991).

Além disso, a Agroecologia sustenta o conceito de Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) referendado no Brasil pelo Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (CONSEA). Entre as diretrizes da SAN aparece a conservação da biodiversidade e utilização sustentável dos recursos no processo de produção de alimentos, a promoção da agricultura familiar e das práticas de Agroecologia (CONSEA, 2007).

Assim, este modelo de agricultura, o chamado "convencional", ou ainda "industrial", que prioriza elevados ganhos através da maximização da produção, tem se mostrado ineficiente em mitigar a fome no mundo (CAPORAL, COSTABEBER, 2003; PETERSEN *et al.*, 2009; NAVOLAR *et al.*, 2012; GIRALDO, 2019). A cada ano, dados divulgados por pesquisadores e instituições revelam que este modelo é amplamente reconhecido como uma das principais causas dos problemas ambientais da atualidade, uma vez que a produção é estruturalmente dependente dos insumos externos e de energia não-renovável derivada de combustíveis fósseis (ALMEIDA *et al.*, 2001).

Gomes Junior e Borges (2019) relatam que, conseqüentemente à adoção desse sistema, persiste a condição de insegurança alimentar, seja por restringir o acesso aos alimentos, seja pelo acesso inadequado à comida. Em decorrência da modernização, a

agricultura atual diminuiu significativamente sua biodiversidade. Das cerca de 80.000 plantas comestíveis que se considera que existem, somente são utilizadas cerca de 200 e, destas, apenas 12 são alimentos básicos importantes para a humanidade. Ao mesmo tempo, ocorreu uma enorme perda da variabilidade genética, com aumento do risco de danos por ataques de insetos e doenças (SARANDÓN, 2002).

A base alimentar mundial tem se homogeneizado cada vez mais, passando de um sistema diverso para outro muito específico e restrito, integrado ao sistema da agricultura industrial. A modernização do sistema varejista de alimentos implementada nos anos 1970, tiveram como marca a consolidação dos supermercados, substituindo as variadas formas de comércio varejistas tradicionais como mercados, feiras, quitandas, empórios e armazéns, que respondiam pelo fornecimento de alimentos na zona urbana, especialmente nas classes mais populares (GOMES JUNIOR, BORGES, 2019).

### **Insegurança alimentar e risco à saúde**

A SAN pode ser conceitualmente definida como a:

realização do direito de todos ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais, tendo como base práticas alimentares promotoras de saúde, que respeitem a diversidade cultural e que sejam social, econômica e ambientalmente sustentáveis (BRASIL, 2006).

Assim, considera-se que a insegurança alimentar esteja, portanto, condicionada pela falta de acesso a uma alimentação rica, diversificada e nutricionalmente adequada, podendo ou não ser expressa por fatores como desnutrição e problemas físico-biológicos (KEPPLE, SEGALL-CORRÊA, 2011).

A modernização e industrialização da agricultura no Brasil aconteceu relativamente em paralelo às mudanças de formas de consumo e demandas de mercado, vinculado aos interesses de multinacionais. O modelo de varejo adotado passou a utilizar tecnologias de estoque e armazenamento, possibilitou o barateamento do preço de produtos secos e molhados (LEDA, 2017). Assim, a insegurança alimentar pode atingir pessoas da cidade e do campo, ainda que tenham acesso aos alimentos. Isso ocorre porque houve um aumento no consumo de alimentos baratos e prontos para consumo, o que é demonstrado por diversos estudos sobre a tendência de mudanças no padrão alimentar da população brasileira nas últimas décadas, envolvendo a substituição de alimentos *in natura* e pouco processados por alimentos industrializados processados ou ultraprocessados, ricos em gordura, sódio e açúcar (LEVY-COSTA, 2005; MONTEIRO *et al.*, 2010).

É amplamente reconhecido que o aumento da produção e consumo de alimentos e bebidas industrialmente processados e ultraprocessados é uma causa importante de doenças (AGUAYO-PATRÓN, LA BARCA; CAIVANO *et al.*, 2017; FIOLET *et al.*, 2018). Batista Filho e Rissin (2003) demonstram em seus estudos que o Brasil, assim como outros países em desenvolvimento, convive com a transição nutricional, determinada, não obstante, pela má-alimentação. Em vista dos diversos desafios à segurança alimentar, diversificar os sistemas agrícolas é reconhecidamente a base do desenvolvimento sustentável (FAO, 2011). Gruber (2017) relata que 90 % das demandas de energia do mundo são atendidas

por apenas 15 culturas, segundo estimativas da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, 2011).

Os cereais constituem a base alimentar da maior parte dos habitantes a nível mundial, em média, dois terços da nossa ingestão de calorias é fornecida por três: arroz, milho e trigo. O trigo é o mais consumido, principalmente pelas populações mais pobres de países menos desenvolvidos. A farinha de trigo é utilizada em grande quantidade na indústria de panificação e pastelaria, na produção de massas alimentícias e como agente espessante em diferentes confecções culinárias (PALOSUO, 2003; BELIK, CORREA, 2013).

O aumento no consumo mundial de uma dieta com uma variedade de alimentos processados à base de trigo provavelmente favoreceu o aumento na ocorrência de certos distúrbios que atingem hoje cerca de 25 % da população (CATASSI *et al.*, 2014; GUANDALINI, POLANCO, 2015). Verifica-se menor ocorrência de doença celíaca (DC) e alergia, e maior ocorrência de sensibilidade (BOARIM, 2018). A DC é a mais bem estudada e conhecida como uma enteropatia autoimune e inflamatória crônica, que acomete aqueles que possuem uma predisposição genética, levando à uma ineficiente absorção de nutrientes. A alergia ao trigo (AT), também bastante investigada, refere-se a uma reação de hipersensibilidade, mediada ou não mediada pela imunoglobulina E (IgE) (GASBARRINI, MANGIOLA, 2014; WATKINS, ZAWAHIR, 2017).

Entretanto, publicações recentes revelam outra condição relacionada ao glúten e, por hora, denominada sensibilidade não-celíaca ao glúten/trigo (SNCG/T), que tem desafiado médicos e pesquisadores, pois não se relaciona ao sistema imune, como nas duas condições relatadas anteriormente, sendo que, a dieta sem glúten é o principal tratamento nos três casos (BEERY, BIRK, 2015; BOARIM, 2018). Para tentar elucidar as razões desse aumento gradativo nos últimos anos da ocorrência das doenças relacionadas ao glúten/trigo - mais frequentes onde há um alto consumo - alguns cientistas investigaram a composição do grão de trigo moderno, de linhagens geneticamente modificadas, para aumento de produção e/ou resistência ao ataque de pragas e doenças (JUNKER *et al.*, 2012; NIJEBOER *et al.*, 2013; BIESIEKIERSKI, 2017). As variedades antigas possuem proteínas de defesa naturalmente, mas quando esses valores são alterados em função de modificações decorrentes de engenharia genética, os teores de inibidores de amilase-tripsina (*amylase-trypsin inhibitors* - ATI's) se tornam tóxicos e inflamatórios aos seres humanos, causando problemas de saúde (REIG-OTERO *et al.*, 2018).

Os alimentos e bebidas ultraprocessados são baratos, tem extensa validade em prateleiras e são prontos para consumo, entretanto, dietas baseadas nesses produtos têm sido consideradas um dos fatores que contribuem para o aumento na prevalência de obesidade e doenças crônicas, posto que alimentos ultraprocessados são tipicamente produtos com alta densidade energética, ricos em açúcar, gorduras não saudáveis e sal e baixo teor de fibras, proteínas, vitaminas e minerais (MONTEIRO *et al.*, 2019). O açúcar é nocivo à saúde humana em vários aspectos. Há uma correlação do consumo de refrigerantes, ricos em açúcar, com casos de osteoporose, diabetes e doenças cardiovasculares (WHO, 2015; FRANÇA *et al.*, 2016; POWELL, MACIEJEWSKI, 2018). Ademais, no Brasil, o açúcar refinado produzido é clarificado utilizando-se o dióxido de enxofre ou sulfito como agente sulfitante, em processo denominado sulfitação. O sulfito pode causar reações adversas em humanos, de leves a moderadas, como problemas pulmonares, asma e urticária adversas em humano (FAVERO *et al.*, 2011). Por esta razão, a União Europeia e América do Norte tem adotado barreiras, deixando de comprar o

açúcar clarificado com altos níveis de enxofre do Brasil, porém a legislação brasileira é mais flexível, permitindo o consumo interno (MORILLA *et al.*, 2015).

### Segurança alimentar e saúde

As evidências científicas até então apresentadas em primeira instância, revelam a falha desse sistema industrial de agricultura em alimentar a população, ao tratar o alimento como mercadoria. Uma possível alternativa seria buscar, ainda que no contexto da "modernização", estratégias de diversificação de fontes de nutrientes, substituindo o trigo ocasionalmente por outros alimentos, de preferência conectados à sazonalidade e regionalidade como, por exemplo, mandioca, inhame, batata-doce, entre tantos outros. O consumo de açúcar de fontes como açúcar mascavo, mel, rapadura, menos processadas, também são alternativas saudáveis para uma alimentação equilibrada. Além disso, é fundamental buscar fortalecer as feiras, mercadinhos, armazéns, quitandas que forneçam alimentos oriundos da agricultura familiar. Esta discussão ainda se aprofunda muito, perpassa pela exclusão histórica das pessoas do meio rural, desigualdade social, reforma agrária, direito à terra e fortalecimento dos Movimentos Sociais Sem Terra - MTST, Via Campesina e muitos outros (NAKATANI *et al.*, 2012).

Alimentos minimamente processados ou *in natura* são mais recomendados para uma alimentação equilibrada e promoção da saúde (WHO, 2015). A casca do ovo é um resíduo pouco explorado na alimentação humana, mas pode ter um potencial de suplementar o cálcio do organismo, desde que seguidas as normas vigentes de qualidade sanitária (PERES, WASZCZYNSKYJ, 2010). Algumas sementes também possuem composição mineral que podem fazer parte da alimentação humana, constituindo-se uma excelente fonte de nutrientes, cálcio, ferro, zinco, selênio e potássio, como nas sementes de baru e amendoim (FREITAS, NAVES, 2010) e semente de abóbora (NAVES *et al.*, 2010; VERONEZI, JORGE, 2012).

Alimento pode ser sinônimo de tratamento. Alimentos e fitoterápicos atuam como "remédios" na contribuição da melhoria integral da saúde das pessoas. Esses alimentos passaram a ser denominados funcionais ou nutracêuticos e alguns deles estão destacados no estudo de Boscolo (2013) mostrando suas diferentes funções na etnobotânica como, por exemplo, o uso da Aroeira (*Schinus terebinthifolius*) para tratamento de bronquite ou do gengibre (*Zingiber officinale* Rosc) para melhoria de problemas relacionados ao trato digestivo. Muitas plantas do cerrado são medicinais e compõem remédios fitoterápicos poderosos no tratamento de enfermidades das mais variadas, a exemplo, barbatimão (CHAVES *et al.*, 2016), pau-ferro (LIMA *et al.*, 2012; HASSAN *et al.*, 2015), jatobá (BONIFACE *et al.*, 2017), angico (PESSOA *et al.*, 2012), carqueja (TEIXEIRA *et al.*, 2014), lobeira (ROCHA *et al.*, 2012) e plantas exóticas, como açafraão (SUETH-SANTIAGO *et al.*, 2015; MARCHI *et al.*, 2016).

Destaca-se ainda que a implantação da chamada "agricultura convencional" trouxe muitos impactos negativos ao ambiente e à saúde humana. Para a manutenção do sistema implantado desde a revolução verde, houve um aumento intensivo e sistemático de agrotóxicos e fertilizantes químicos, o que tem sido confirmado como causas de problemas de saúde graves na população (LOPES, ALBUQUERQUE, 2018). O impacto dos agrotóxicos recai sobre a biodiversidade, água, solo, causando degradação e perda de recursos; emissão de gases de efeito estufa, alterando condições climáticas a nível global e afeta diretamente a cultura e o modo de vida dos agricultores familiares,

que dependem de sistemas agroalimentares sustentáveis a longo prazo para o trabalho e renda (PETERSEN *et al.*, 2009).

O Dossiê Abrasco (CARNEIRO, 2015) que alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde, corresponde a uma publicação com o objetivo de informar à sociedade, à mídia e à academia, as evidências científicas dos problemas que a agricultura convencional/industrial gera a saúde da população. Os agroquímicos e alimentos industrializados são uma questão de saúde pública e devem ser sanados através da adoção de políticas públicas equivalentes. Em 2019 foram liberados o uso de mais de 400 agrotóxicos para o mercado brasileiro. Destaca-se 43 % altamente ou extremamente tóxicos e um sinal de que estes números são alarmantes é que 31 % não são permitidos na União Europeia (GREENPEACE BRASIL, 2019). Promover saúde perpassa pela priorização de um modelo de produção alimentar ecológico, estruturados em políticas atreladas à disponibilidade e sazonalidade, comercialização e consumo de alimentos, priorizando as cadeias curtas de abastecimento (MALUF *et al.*, 2015).

Muitas estratégias podem ser adotadas na conversão – ou transição - do atual sistema de produção, que é depredativo e industrial, em sistemas agrícolas sustentáveis, constituídos pelas bases multidisciplinares da Agroecologia (ALTIERI, 2002). A homeopatia figura como uma das principais ferramentas de recuperação e manutenção dos agroecossistemas, pois proporciona o abandono do uso de agrotóxicos, promove a saúde no meio rural e uma alimentação sem veneno, levando às comunidades a implementação do equilíbrio, homeostase, harmonia e saúde. A homeopatia surgiu como resultado dos estudos de Samuel Hahnemann em 1796, mas chegou ao Brasil em 1840. Ela surgiu relacionada à saúde humana, mas nos anos de 1920 sua expansão para uso em plantas deixou evidente sua universalidade (CASALI *et al.*, 2011).

O tratamento homeopático se fundamenta em quatro pilares: princípio de cura pelos semelhantes; experimentação dos medicamentos em indivíduos sadios; emprego de medicamentos dinamizados e prescrição de substâncias simples (medicamento único); e preparações succionadas e altamente diluídas (TEIXEIRA, 2010). A ciência da homeopatia é orgânica, ecológica, holística e sistêmica e por isso favorece a sustentabilidade dos sistemas vivos, resultando em saúde para as pessoas do meio rural e urbano. É considerada orgânica porque promove o equilíbrio levando em consideração não indivíduos isolados, mas sua combinação com todo o sistema, assim também é reconhecidamente sistêmica. E em seu âmbito curativo é ecológica, pois favorece as interações equilibradas dos indivíduos (CASALI *et al.*, 2006).

Desde a Instrução Normativa n.7, de 17 de maio de 1999, que a homeopatia é permitida no Brasil para manejo e controle de pragas e doenças dos vegetais. Mais recentemente, a Instrução Normativa n.46, de 6 de outubro de 2011 e, posteriormente, a Instrução Normativa n.17, de 18 de junho de 2014, que trata, dentre outras coisas, das substâncias autorizadas para uso nos sistemas orgânicos de produção animal e vegetal, permite a utilização da homeopatia no tratamento de animais, bem como no manejo de pragas e doenças nos vegetais (CARNEIRO, TEIXEIRA, 2018).

Muitas pesquisas publicadas demonstram a efetividade do uso da homeopatia na agricultura (BETTI *et al.*, 2009; CARNEIRO, TEIXEIRA, 2018). Toledo e colaboradores (2009) descrevem que o uso dos medicamentos homeopáticos *Sulphur* e *Ferrum sulphuricum* mostraram eficiência controle de 36,24 % a 73,24 % da pinta preta do tomateiro. Estes resultados são relevantes, pois a homeopatia é de baixo custo e com impacto ambiental irrisório, uma vez que utiliza substâncias ultradiluídas, podendo ser

considerada, a partir desse resultado, um método de controle. Com o objetivo de implementar o manejo da ferrugem do café na região da Alta Mogiana/SP, Barros e Leonel (2013) aplicaram preparados homeopáticos de *Silicea*, *Sulfur*, *Arsenicum album* e ferrugem, e alcançaram uma alta redução de manchas foliares e melhoria dos aspectos agrônômicos da cultura. A aplicação de preparados homeopáticos a base de *Arsenicum* e *Penicillium* melhoraram a germinação e vigor das sementes e o crescimento de parte aérea das plântulas de feijão, sem, no entanto, afetar a produção de matéria seca (PINHEIRO *et al.*, 2019).

A publicação "Caderno de Homeopatia", sistematizada por Rezende (2009) condensa informações que enriquecem o legado deixado por Hahnemann de que a homeopatia é o princípio da conservação da vida, ao compreender que a doença está no sistema e não no indivíduo, proporcionando a cura em seu tempo. Entretanto, a homeopatia vai além, possibilitando o equilíbrio da força vital dos seres. A amplitude do enfoque agroecológico vai muito além do manejo ecológico dos recursos, pois se estrutura em uma base científica de conhecimento, reconhecendo o valor da atividade agrária estudada, a partir de um enfoque holístico e de um ponto de vista sistêmico (CAPORAL *et al.*, 2009). A homeopatia tem filosofia, metodologia e princípios próprios (CASALI, 2004). A ciência da homeopatia tem seus princípios consolidados na observação, na experimentação e no reconhecimento e respeito pelas "leis da vida", sendo estes aplicáveis em múltiplos aspectos. Integrar a homeopatia às práticas de manejo de agroecossistemas significa coordenar todos os aspectos dos solos, das águas, das plantas, dos animais e da família agrícola, porque todos fazem parte do organismo vivo. A homeopatia por dialogar com as diversas vertentes de modelos agrícolas orgânicos/ecológicos é ferramenta do desenvolvimento rural sustentável (CASALI *et al.*, 2011).

### **Considerações Finais**

No limite da agricultura "moderna" e do desenvolvimento das novas formas de produção e consumo, a sociedade, em geral, emprega em sua dieta uma menor diversidade de alimentos, aumentando, por diversas questões, a ingestão de alimentos contaminados por agrotóxicos e com baixa qualidade biológica. É verdadeiramente conhecido que existem obstáculos conjunturais e estruturais que barram o alcance da segurança alimentar e nutricional sustentável, entretanto são fundamentalmente urgentes novos avanços científicos e tecnológicos que considerem estilos de agricultura sustentável, com base em princípios ecológicos, buscando uma manutenção a longo prazo dos agroecossistemas e sua contribuição efetiva na diminuição da fome no mundo.

Posto isto, é factual que a transição do modelo que impera atualmente para outro que priorize as bases da sustentabilidade socioambiental e cultural, não se realizará sem que os interesses do capitalismo, mediado pelo agronegócio, sejam superados, especialmente, no plano político. Uma postura global, comprometida com o que se almeja alcançar em termos de desenvolvimento sustentável, implicada em estimular uma transição agroecológica e ambiental dessa magnitude, está atrelada a investimentos públicos e a organização da sociedade civil. Uma força pujante e organizada que tenha elementos políticos e interesses comuns, como mitigar a fome, faz-se necessária para o desenvolvimento de agriculturas produtivas, socialmente justas e que sejam dotadas de

bases tecnológicas e sustentáveis, que preservem os recursos naturais para agora e para o futuro, em nível local e global.

## Referências

AGUAYO-PATRÓN, S. V.; LA BARCA, A. M. C. Old fashioned vs. ultra-processed-based current diets: possible implication in the increased susceptibility to type 1 diabetes and celiac disease in childhood. **Foods**, v. 6, n. 11, p. 1-16, 2017.

ALMEIDA, S. G.; PETERSEN, P.; CORDEIRO, A. **Crise socioambiental e conversão ecológica da agricultura brasileira**: subsídios à formulação de diretrizes ambientais para o desenvolvimento agrícola. Rio de Janeiro: AS-PTA, 2001.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia**: bases científicas para uma agricultura sustentável. Guaíba: Editora Agropecuária, 2002.

BARROS, B. H. R.; LEONEL, A. H. Utilização de preparados homeopáticos para controle da ferrugem do café (*Hemileia vastatrix*) na região da Alta Mogiana. **Cadernos de Agroecologia**, v. 8, n. 2, p. 1-5, 2013.

BATISTA FILHO, M.; RISSIN, A. A transição nutricional no Brasil: tendências regionais e temporais. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 19, p. S181-S191, 2003.

BEERY, R. M. M.; BIRK, J. W. Wheat-related disorders reviewed: making a grain of sense. **Expert review of gastroenterology & hepatology**, v. 9, n. 6, p. 851-864, 2015.

BELIK, W.; CORREA, V. H. C. A Crise dos Alimentos e os Agravantes para a Fome Mundial. **Mundo Agrário**, v. 14, n. 27, p. 1-29, 2013.

BERNERS-LEE, M. *et al.* Current global food production is sufficient to meet human nutritional needs in 2050 provided there is radical societal adaptation. **Elementa: Science of the Anthropocene**, v. 6, n. 1, p. 1-12, 2018.

BETTI, L. *et al.* Use of homeopathic preparations in phytopathological models and in field trials: a critical review. **Homeopathy**, v. 98, n. 04, p. 244-266, 2009.

BIESIEKIERSKI, J. R. What is gluten?. **Journal of gastroenterology and hepatology**, v. 32, p. 78-81, 2017.

BITTMAN, M. "How to Feed the World." New York Times, oct. 2013.

BOARIM, D. S. F. Sensibilidade não-celiaca ao glúten. **International Journal of Nutrology**, v. 11, n. 03, p. 071-079, 2018.

BONIFACE, P. K.; FERREIRA, S. B.; KAISER, C. R. Current state of knowledge on the traditional uses, phytochemistry, and pharmacology of the genus *Hymenaea*. **Journal of ethnopharmacology**, v. 206, p. 193-223, 2017.

BOSCOLO, O. H. Para comer, para beber ou para remédio? Categorias de Uso múltiplo em Etnobotânica. **Cadernos UniFOA**, v. 8, n. 1, p. 61-67, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. **Instrução Normativa nº 17, de 18 de junho de 2014**. Brasília, 2014. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/organicos/legislacao/portugues/instrucao-normativa-no-17-de-18-de-junho-de-2014.pdf>. Acesso em: 01 setembro 2019.

BRASIL, Lei nº 11.346 de 24 de Julho de 2006. Cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional – SISAN com vistas em assegurar o direito humano à alimentação adequada e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, jul. 2006.

BRASIL. Instrução Normativa nº 07, de 17 de maio de 1999. Dispõe sobre normas para produção de produtos orgânicos vegetais e animais. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, maio 1999.

CAIVANO, S. *et al.* Conflitos de interesses nas estratégias da indústria alimentícia para aumento do consumo de alimentos ultraprocessados e os efeitos sobre a saúde da população brasileira. **DEMETRA: Alimentação, Nutrição e Saúde**, v. 12, n. 2, p. 349-360, 2017.

CAPORAL F. R.; COSTABEBER, J. A; PAULUS, G. **Agroecologia: uma ciência do campo da complexidade**. Brasília: MDA, 2009.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. Segurança alimentar e agricultura sustentável: uma perspectiva agroecológica. **Ciência e Ambiente**, v. 1, n. 27, p. 153-165, 2003.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. Análise multidimensional da sustentabilidade: uma proposta metodológica a partir da Agroecologia. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v. 3, n. 3, p. 70-85, 2002.

CARNEIRO S. M. T. P. G.; TEIXEIRA, M. Z. Homeopatia e controle de doenças de plantas. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 17, n. 3, p. 250-262, 2018.

CARNEIRO, F. F. *et al.* **Dossiê ABRASCO**: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Búrgio: Rio de Janeiro. 2015.

CASALI, V. W. D.; ANDRADE, F. M. C.; CUPERTINO, M. do C. Homeopatia, Agroecologia e Sustentabilidade. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 6, n. 1, 2011.

CASALI, V. W. D. *et al.* **Homeopatia**: bases e princípios. Viçosa: UFV, 2006.

CASALI, V. W. D. Utilização da homeopatia em vegetais. //: **Seminário brasileiro sobre homeopatia na agropecuária orgânica**. Toledo/PR, 2004.

CATASSI, C.; GATTI, S.; FASANO, A. The new epidemiology of celiac disease. **Journal of pediatric Gastroenterology and Nutrition**, v. 59, p. S7-S9, 2014.

CHAVES, D. A. *et al.* Avaliação da atividade angiogênica da solução aquosa do barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 18, n. 2, p. 524-530, 2016.

CONSELHO NACIONAL DE SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL - CONSEA. **Relatório da III Conferência Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional**. Brasília: Consea, 2007. Disponível em <http://www4.planalto.gov.br/consea/eventos/conferencias/arquivos-de-conferencias/3a-conferencia-nacional-de-seguranca-alimentar-e-nutricional/relatorio-final-iii-conferencia-nacional-de-seguranca-alimentar-e-nutricional.pdf>. Acesso em: 01 Outubro 2019.

CONSELHO NACIONAL DE SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL - CONSEA. **Relatório da II Conferência Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional**. Olinda; 2004. Disponível em: [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/II\\_Conferencia\\_2versao.pdf](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/II_Conferencia_2versao.pdf). Acesso em: 01 Setembro 2019.

CUPERTINO, M. C. **O conhecimento e a prática sobre homeopatia pela família agrícola**. Orientador: Vicente Wagner D. Casali. 2008. 116 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG, 2008.

FRANÇA, N. A. G. *et al.* Dietary patterns and bone mineral density in Brazilian postmenopausal women with osteoporosis: a cross-sectional study. **European Journal Of Clinical Nutrition**, v. 70, n. 1, p. 85, 2016.

DUNCAN, B. B. *et al.* Doenças crônicas não transmissíveis no Brasil: prioridade para enfrentamento e investigação. **Revista de Saúde Pública**, v. 46, p. 126-134, 2012.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2017: Fomentando la resiliencia climática en aras de la seguridad alimentaria y la nutrición**. Roma: FAO/FIDA/OMS/PMA/UNICEF, 2018.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **Base de dados FAOSTAT**. Roma, 2017. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#home>. Acesso em: 01 Setembro 2019.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **O estado da alimentação e agricultura: mudanças climáticas, agricultura e segurança alimentar**. Roma, 2016. Disponível em: [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/faoweb/Portugal/Infografias/web-FAO-Infographic-SOFA2016-adaptation-pt.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/faoweb/Portugal/Infografias/web-FAO-Infographic-SOFA2016-adaptation-pt.pdf). Acesso em: 01 Setembro 2019.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO.

**Agroecologia para segurança alimentar e nutrição.** Roma, 2015. Disponível em: [www.fao.org/3/a-i4729e.pdf](http://www.fao.org/3/a-i4729e.pdf). Acesso em: 01 Setembro 2019.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **Food agriculture and cities. Save and grow: a new paradigma of agriculture.** A policymaker's guide to sustainable intensification of smallholder crop production. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, 2001. Disponível em: <http://www.fao.org/ag/save-and-grow>. Acesso em: 01 out 2019.

FAVERO, D. M.; RIBEIRO, C. S. G.; AQUINO, A. D. Sulfitos: importância na indústria alimentícia e seus possíveis malefícios à população. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 18, n. 1, p. 11-20, 2011.

FIOLET, T. *et al.* Consumption of ultra-processed foods and cancer risk: results from NutriNet-Santé prospective cohort. **BMJ**, v. 360, p. k322, 2018.

FREITAS, J. B.; NAVES, M. M. V. Composição química de nozes e sementes comestíveis e sua relação com a nutrição e saúde. **Revista de Nutrição**, v. 23, n. 2, p. 269-279, 2010.

GASBARRINI, G. B.; MANGIOLA, F. Wheat-related disorders: A broad spectrum of 'evolving' diseases. **United European Gastroenterology Journal**, v. 2, n. 4, p. 254-262, 2014.

GIRALDO, O. F. Political ecology of agriculture. Agroecology and post-development. Cham: **Springer**, 2019.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável.** Porto Alegre. Ed. Universidade/UFRGS, 2001.

GOMES, S. M. T. P.; TEIXEIRA, M. Z. Homeopatia e controle de doenças de plantas. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 17, n. 3, p. 250-262, 2018.

GOMES JUNIOR, N. N.; BORGES, B. L. O varejo moderno de alimentos: modernidade e insegurança alimentar e nutricional. **Retratos de Assentamentos**, v. 22, n. 1, p. 11-31, 2019.

GREENPEACE BRASIL. **Capítulo venenoso na história do Brasil.** Disponível em: <https://www.greenpeace.org/brasil/blog/capitulo-venenoso-na-historia-do-brasil/>. Acesso em: 15 Setembro 2019.

GRUBER, K. Agrobiodiversity: The living library. **Nature**, v. 544, n. 7651, p. S8-S8, 2017.

GUANDALINI, S.; POLANCO, I. Nonceliac gluten sensitivity or wheat intolerance syndrome?. **The Journal of pediatrics**, v. 166, n. 4, p. 805-811, 2015.

HASSAN, S. K., Hypoglycemic and antioxidant activities of *Caesalpinia ferrea* Martius leaf extract in streptozotocin-induced diabetic rats. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, v. 5, n. 6, p. 462-471, 2015.

JUNKER, Y. *et al.* Wheat amylase trypsin inhibitors drive intestinal inflammation via activation of toll-like receptor 4. **Journal of Experimental Medicine**, v. 209, n. 13, p. 2395-2408, 2012.

KATHOUNIAN, C. A. **A reconstrução ecológica da agricultura**. Botucatu, Agroecológica, 2001.

KEPPLE, A. W.; SEGALL-CORRÊA, A. M. Conceituando e medindo segurança alimentar e nutricional. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 16, p. 187-199, 2011.

LEDA, L. C. **Sistema tradicional de varejo de alimentos e sua importância para a segurança alimentar: o caso do Distrito Federal**. 2017. 130p. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Rural) - Programa de Pós-graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento Rural, Faculdade UnB Planaltina, Universidade de Brasília, Planaltina, 2017.

LEVY, R. B. *et al.* Distribuição regional e socioeconômica da disponibilidade domiciliar de alimentos no Brasil em 2008-2009. **Revista de Saúde Pública**, v. 46, p. 06-15, 2011.

LEVY-COSTA, R. B. *et al.* Disponibilidade domiciliar de alimentos no Brasil: distribuição e evolução (1974-2003). **Revista de Saúde Pública**, v. 39, p. 530-540, 2005.

LIMA, S.M. A. *et al.* Anti-inflammatory and analgesic potential of *Caesalpinia ferrea*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 22, n. 1, p. 169-175, 2012.

LOPES, C. V. A.; ALBUQUERQUE, G. S. C. de. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. **Saúde em Debate**, v. 42, n. 117, p. 518-534, 2018.

MALUF, R. S. *et al.* Nutrition-sensitive agriculture and the promotion of food and nutrition sovereignty and security in Brazil. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 20, n. 8, p. 2303-2312, 2015.

MARCHI, J. P. *et al.* *Curcuma longa* L., o açafrão da terra, e seus benefícios medicinais. **Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR**, v. 20, n.3, p. 189-194, 2016.

MONTEIRO, C. A. *et al.* Ultra-processed foods: what they are and how to identify them. **Public Health Nutrition**, v. 22, n. 5, p. 936-941, 2019.

MONTEIRO, C. A. *et al.* A new classification of foods based on the extent and purpose of their processing. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 26, p. 2039-2049, 2010.

- MORILLA, C. H. G.; ALVES, L. R. A.; AGUIAR, C. L. Processo de clarificação de caldo de cana-de-açúcar dor sulfitação: barreiras comerciais e impactos econômicos. **Revista Percorso**, v. 24, n. 1, p. 1-10, 2015.
- NAKATANI, P.; FALEIROS, R. N.; VARGAS, N. C. Histórico e os limites da reforma agrária na contemporaneidade brasileira. **Serviço Social e Sociedade**, v. 110, n. 1, p. 213-240, 2012.
- NAVES, L. P. *et al.* Nutrientes e propriedades funcionais em sementes de abóbora (*Cucurbita maxima*) submetidas a diferentes processamentos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 1, p. 185-190, 2010.
- NAVOLAR, T. S.; AMARAL RIGON, S.; SOUZA PHILIPPI, J. M. Diálogo entre agroecologia e promoção da saúde. **Revista Brasileira em Promoção da Saúde**, v. 23, n. 1, p. 69-79, 2012.
- NIJEBOER, P. *et al.* Non-celiac gluten sensitivity. Is it in the gluten or the grain?. **Journal of Gastrointestinal & Liver Diseases**, v. 22, n. 4, p. 435-440, 2013.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS - ONU. **World Resources Report. Creating a sustainable food future**: A menu of solutions to feed nearly 10 billion people by 2050. Synthesis report, 2018. Disponível em: [https://wrr-food.wri.org/sites/default/files/2019-07/WRR\\_Food\\_Full\\_Report\\_0.pdf](https://wrr-food.wri.org/sites/default/files/2019-07/WRR_Food_Full_Report_0.pdf). Acesso em: 01 set. 2019.
- ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD - OPAS. **Declaração de Sundsvall**. III Conferência Internacional de Promoção da Saúde, 1991. Disponível em: [http://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/declaracao\\_sundsvall.pdf](http://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/declaracao_sundsvall.pdf). Acesso em: 01 Setembro 2019.
- PALOSUO, K. Update on wheat hypersensitivity. **Current opinion in allergy and clinical immunology**, v. 3, n. 3, p. 205-209, 2003.
- PERES, A. P.; WASZCZYNSKYJ, N. Farinha de casca de ovo: determinação do teor de cálcio biodisponível. **Visão Acadêmica**, v. 11, n. 1, p. 74-80, 2010.
- PESSOA, W. S. *et al.* Effects of angico extract (*Anadenanthera colubrina* var. *cebil*) in cutaneous wound healing in rats. **Acta Cirúrgica Brasileira**, v. 27, n. 10, p. 655-670, 2012.
- PETERSEN, P. F.; VON DER WEID, J. M.; FERNANDES, G. B. Agroecologia: reconciliando agricultura e natureza. **Informe Agropecuário**, v. 30, n. 252, p. 7-15, 2009.
- PINHEIRO, R. A. *et al.* Efeito de preparados homeopáticos no vigor de sementes e desenvolvimento de plântulas de feijão. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 2, p. 81-90, 2019.
- POWELL, L. M.; MACIEJEWSKI, M. L. Taxes and sugar-sweetened beverages. **JAMA**, v. 319, n. 3, p. 229-230, 2018.

REIG-OTERO, Y.; MANES, J.; MANYES, L. Amylase–Trypsin Inhibitors in Wheat and Other Cereals as Potential Activators of the Effects of Nonceliac Gluten Sensitivity. **Journal of Medicinal Food**, v. 21, n. 3, p. 207-214, 2018.

REZENDE, M. J. **Caderno de Homeopatia**. 3. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa/Departamento de Fitotecnia, 2009.

ROCHA, D. A. *et al.* Avaliação preliminar *in vivo* do efeito hipocolesterolêmico do polvilho da fruta-de-lobo (*Solanum lycocarpum* A. St.-Hil.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 14, n. 2, p. 362-369, 2012.

SARANDÓN, S. J. La agricultura como actividad transformadora del ambiente. El impacto de la Agricultura intensiva de la Revolución Verde. *In: Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable*. p. 23-47, 2002.

SUETH-SANTIAGO, V. *et al.* Curcumina, o Pó Dourado do Açafreão-da-Terra: Introspecções sobre química e atividades biológicas. **Química Nova**, v. 38, n. 4, p. 538-552, 2015.

TEIXEIRA, G. S. *et al.* Plantas medicinais, fitoterápicos e/ou nutracêuticos utilizados no controle da obesidade. **FLOVET-Boletim do Grupo de Pesquisa da Flora, Vegetação e Etnobotânica**, v. 1, n. 6, p. 27-42, 2014.

TEIXEIRA, M. Z. Homeopatia nas doenças epidêmicas: conceitos, evidências e propostas. **Revista de Homeopatia**, v. 73, n. 1, p. 36-56, 2010.

TOLEDO, M. V.; STANGARLIN, J. R.; BONATO, C. M. Uso dos medicamentos homeopáticos *Sulphur* e *Ferrum sulphuricum* no controle da doença Pinta Preta em tomateiro. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, 2009.

VALENTE, F. L. S. Direito humano à alimentação: desafios e conquistas. *In: Direito humano à alimentação: desafios e conquistas*. 2013.

VERONEZI, C. M.; JORGE, N. Aproveitamento de sementes de abóbora (*Cucurbita* sp) como fonte alimentar. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 14, n. 1, p. 113-124, 2012.

WATKINS, R. D.; ZAWAHIR, S. Celiac disease and nonceliac gluten sensitivity. **Pediatric Clinics**, v. 64, n. 3, p. 563-576, 2017.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **Guideline: sugars intake for adults and children**. World Health Organization, Geneva: WHO, 2015.

# CAPÍTULO 12

## SAÚDE E ALIMENTAÇÃO SAUDÁVEL NO ÂMBITO DO USO INDISCRIMINADO DE AGROTÓXICOS

Elizangela da Silva Miguel, Sophia Sol Garcia Fernandino,  
Sílvia Oliveira Lopes e Sílvia Eloiza Priore

### Introdução

A conscientização da importância da alimentação saudável aliada a hábitos de vida não prejudiciais à saúde é cada vez mais constante por parte da população. Porém, como isso tem sido possível em um país considerado o líder no uso de agrotóxicos na agricultura, sendo muitos deles até mesmo proibidos em vários países desenvolvidos? Para iniciarmos esta discussão, enfatizamos a Nutrição, ciência que estuda, dialoga e desenvolve os mecanismos que compõem o que hoje se define como sendo “alimentação saudável”, que aliada a outras ferramentas como, por exemplo, a atividade física, contribui para a promoção da saúde, desempenhando um papel importante ao fornecer nutrientes e energia para o equilíbrio corporal (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2009; CFN, 2018).

Uma alimentação saudável é aquela preparada com higiene e que oferece todos os nutrientes em quantidades adequadas para cada indivíduo. Algumas orientações e cuidados para que a alimentação saudável seja um estilo de vida é preferir alimentos frescos, *in natura*, integrais; consumir diariamente frutas, legumes e hortaliças; diminuir frituras, gordura, sal e açúcar; comer devagar; mastigar bem os alimentos; fazer as refeições em ambiente tranquilo; preferir sucos naturais a refrigerantes e evitar pular ou substituir refeições (BRASIL, 2014).

Trazendo para discussão os alimentos considerados ‘saudáveis’, nos perguntamos ‘como é o processo de produção dos alimentos que chegam a nossas mesas’. Há uma lacuna existente nesse contexto, pois o incentivo ao consumo de alimentos *in natura* é aconselhável para promover saúde e prevenir doenças. Contudo, a partir do momento que a presença de agrotóxicos nos alimentos possa vir a comprometer o acesso a uma alimentação saudável, de qualidade, o incentivo é um contraponto (FERNANDINO, 2019).

O Guia Alimentar para a População Brasileira (2014) aborda a questão de a alimentação saudável não ser meramente uma questão de escolha individual, pois todas as nossas escolhas têm impacto no planeta. Muitos fatores – de natureza física, econômica, política, cultural ou social – podem influenciar positiva ou negativamente no padrão alimentar da população (BRASIL, 2014).

O uso indiscriminado de agrotóxicos, como supracitado, não afeta somente as escolhas pessoais sobre ter ou não uma alimentação saudável, pois além de dificultar o acesso da população a um alimento saudável, coloca em debate o sistema agroalimentar brasileiro baseado no agronegócio (AZEVEDO, RIBAS, 2016).

Segundo o CONSEA (Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional), a utilização massiva de agrotóxicos nas lavouras brasileiras é uma grave e persistente violação ao cumprimento do Direito Humano à Alimentação Adequada (DHAA) e afeta diretamente a Segurança Alimentar e Nutricional (SAN), ao inviabilizar o “acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, que tenham como base práticas promotoras de saúde e que sejam ambiental, cultural, econômica e socialmente sustentáveis” (BRASIL, 2006; CONSEA, 2012).

Este modelo do agronegócio afeta diretamente a saúde e alimentação saudável, pois distancia cada vez mais as comunidades dos alimentos naturais e locais e insere alimentos industrializados e desterritorializados, o que gera a homogeneização do padrão alimentar. E esse distanciamento dos alimentos locais influencia negativamente no conhecimento de um fator importante, que é a segurança do alimento desde a produção até o consumo (PACHECO, SCHOTTZ, 2005).

Assim, a implicação direta do uso intenso de agrotóxicos nas lavouras brasileiras sobre a saúde, alimentação e a SAN, se mostra incipiente, sendo necessário ampliar estas discussões.

## **Desenvolvimento**

### *Histórico da expansão do mercado dos agrotóxicos*

Após as grandes guerras mundiais, a indústria bélica encontrou na agricultura uma forma de usar os pesticidas, antes usados como armas químicas. Os agrotóxicos, como restos de guerra, foram então adaptados na agricultura. A situação de fome e tensão social nos países que participaram das guerras facilitou a aceitação das novas tecnologias químicas para o controle de pragas em culturas de alimentos e de um modelo de agricultura baseado na expansão das agroindústrias (RUSSEL, 2001; CARNEIRO, 2015).

A intensiva mecanização da produção, uso de sementes híbridas, fertilizantes sintéticos e agrotóxicos, faz parte do conjunto de tecnologias da chamada Revolução Verde, que de “verde” só teve o nome, pois provocou profundas mudanças nos processos tradicionais de trabalho e produção agrícola. A promessa era erradicar a fome e a pobreza, mas caracterizou-se pelo domínio da indústria sobre a agricultura e com isso aumentou a concentração fundiária, a dependência de sementes modificadas e os danos ambientais e na saúde (MOREIRA, 2002; CARNEIRO, 2015).

O Brasil começou a utilizar intensamente o pacote da Revolução Verde na década de 70 e desde então diferentes governos tem impulsionado a crescente produção agrícola do país e a dependência da agricultura hegemônica – também chamada de agronegócio (ARAÚJO *et al.*, 2007; CARNEIRO, 2015). O impulso na produção agrícola expandiu as monoculturas do país, para suprir a demanda externa por *commodities* agrícolas, que são transações comerciais na bolsa de valores, sendo principalmente grãos exportados para a pecuária europeia e chinesa, que tem uso indiscriminado de agrotóxicos, aplicado diariamente no Brasil, desde a semente até a colheita (CALDART *et al.*, 2012).

### *Cenário atual do uso de agrotóxicos no Brasil*

O Brasil é considerado o maior consumidor mundial de agrotóxicos – mais de 1 milhão de toneladas/ano. O Instituto Nacional de Câncer (INCA) declarou que este valor equivalia em 2009 a um consumo médio de 5,2 kg de veneno agrícola por habitante, já em 2015, estimou que em média, o brasileiro estava exposto a 7,5 litros de veneno *per capita*/ano em consequência da utilização dos agrotóxicos nas lavouras. Ressaltou ainda nível mais elevado no Rio Grande do Sul, onde os números correspondiam a 8,3 litros e na região noroeste do estado o dobro - 16 litros por habitante/ano (INCA; REDE SANS; 2015).

Pesquisas têm alertado para os riscos dos agrotóxicos relacionados a impactos para o ambiente e principalmente à saúde, como diminuição das defesas imunológicas, doenças da pele, anemia, cefaleia, insônia e alterações da pressão arterial, chamando a atenção para a associação entre estas sintomatologias e exposição aos agrotóxicos. Ademais, tem alertado para o risco de câncer, ligado principalmente à exposição ocupacional, alterações hormonais e reprodutivas, danos hepáticos, renais e pulmonares e distúrbios cognitivos e neuromotores (LONDRES; SOUZA *et al.*, 2011; FIOCRUZ, 2013; RIGOTTO, VASCONCELOS, ROCHA, 2014; CARNEIRO *et al.*, 2015).

Contudo, apesar das evidências o Brasil continua atrasado em relação ao uso de agrotóxicos. Produtos considerados cancerígenos e proibidos na união europeia ainda são aqui comercializados (CARNEIRO *et al.*, 2015). Além disso, corre em tramitação para ser votado um Projeto de Lei (nº 6.299/2002), denominado “Pacote do Veneno”, que busca flexibilizar o uso e a comercialização dos agrotóxicos no Brasil. Uma das propostas relacionada ao “Pacote do Veneno” é substituir a nomenclatura de “agrotóxico” para “defensivos fitossanitários”, ou seja, a mudança do nome visa minimizar ou mesmo anular a percepção de toxicidade intrínseca que os agrotóxicos representam para a saúde humana e o meio ambiente (ALMEIDA *et al.*, 2017; ABRASCO, ABA; 2018).

#### *“Pacote do veneno”*

O Projeto de Lei denominado “Pacote do Veneno” é de autoria de um senador que propôs alterações na Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, visando modificar o sistema de registro de agrotóxicos, justificando que a atual lei que regulamenta o uso destes produtos encontra-se defasada ou incompatível com diversos conceitos, fundamentos e princípios relacionados aos agrotóxicos (BRASIL, 2018a; BARONAS, 2019).

Além da substituição do termo “agrotóxicos” por “defensivos fitossanitários” na tentativa de mascarar os efeitos deletérios dos agrotóxicos sobre a saúde e o meio ambiente, o dossiê técnico e científico construído pela Associação Brasileira de Saúde Coletiva (ABRASCO) e a Associação Brasileira de Agroecologia (ABA), aborda outras ações propostas pelo Projeto de Lei mencionado. As principais mudanças propostas são descritas a seguir (ABRASCO, ABA; 2018):

- Direcionamento do poder de registro de novos agrotóxicos ao Ministério da Agricultura, considerando a atuação do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), retirando o papel da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), órgãos ligados ao Ministério da Saúde e do Meio Ambiente, respectivamente,

que sempre atuaram na avaliação da toxicidade dos agrotóxicos, considerando os impactos para a saúde e o meio ambiente;

- Permissão para o registro de substâncias comprovadamente cancerígenas, banidas em outros países, considerando-se o risco aceitável. Neste caso, fica o seguinte questionamento - “o que é risco aceitável?”;
- Impedimento dos estados e municípios de elaborarem legislações próprias mais restritivas ao uso dos agrotóxicos;
- Permissão para a venda de alguns agrotóxicos, sem a apresentação de receituário agrônomo.

Em junho de 2018 a comissão especial que analisa a proposta de mudanças na legislação brasileira sobre agrotóxicos aprovou parecer em relação ao Projeto de Lei. Enquanto defensores da proposta destacaram a importância das mudanças para a agricultura, opiniões contrárias às mudanças apontaram prejuízos da medida para a saúde da população (BRASIL, 2018b).

“Queremos modernizar, estamos apresentando uma das melhores propostas para o consumidor, para a sociedade e para a agricultura, que precisa dos pesticidas como precisamos de remédios” (Fala de um dos defensores do Projeto de Lei) (BRASIL, 2018b).

“Hoje é um dia triste para a Câmara, para a população brasileira. Estão colocando a saúde da população atrás do interesse financeiro do setor. Esse projeto é péssimo para a saúde do povo brasileiro” (Fala de um dos críticos ao Projeto de Lei) (CAMPANHA PERMANENTE CONTRA OS AGROTÓXICOS E PELA VIDA, 2018).

Conforme o dossiê construído pela ABRASCO e a ABA (2018), outras instituições como o Instituto Nacional de Câncer (INCA); Fundação Osvaldo Cruz (FIOCRUZ); Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA); IBAMA; Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (CONSEA); Organização das Nações Unidas (ONU) e Ministério Público Federal (MPF) se declararam contrários ao “Pacote do Veneno”. Ressalta-se que a flexibilização no uso dos agrotóxicos tende a agravar os riscos de contaminação e apesar do projeto ainda estar em tramitação, algumas mudanças encontram-se em vigor, considerando o novo governo brasileiro.

#### *Vias de contaminação e tipos de intoxicações por agrotóxicos*

O modelo agrícola baseado no uso indiscriminado de agrotóxicos ao longo dos anos tem gerado graves impactos, sendo que com o passar dos anos, as pragas controladas com o uso destes produtos desenvolveram a capacidade de resistência, havendo a necessidade de novos produtos e aumento das doses aplicadas. No entanto, a cada novo produto, aumenta-se os riscos potenciais da exposição, consequentemente de contaminação, sendo muitos impactos ainda desconhecidos, principalmente a longo prazo (CARNEIRO *et al.*, 2015).

Sobre o risco de contaminação, de acordo com Moreira *et al.* (2002) estas podem ocorrer por 3 vias:

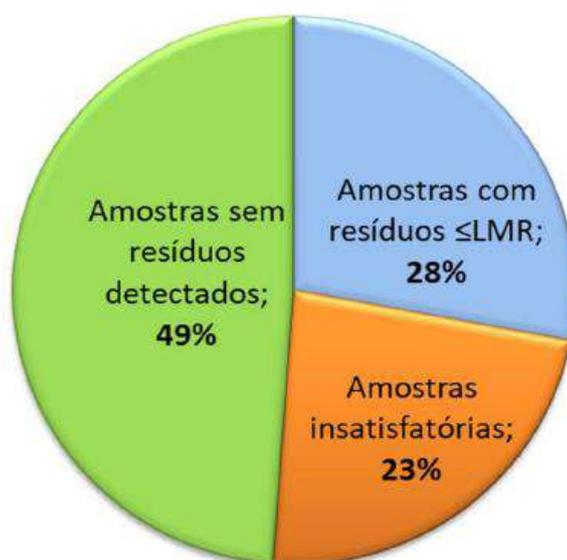
- Ocupacional: caracterizada pela contaminação de trabalhadores que manipulam os agrotóxicos;

- Alimentar: ocasionada pela ingestão de alimentos contaminados;
- Ambiental: relacionada ao contato com os agrotóxicos ao longo dos diversos componentes do meio ambiente.

A via ocupacional é considerada a de maior risco, uma vez que os agricultores fazem parte do grupo mais exposto aos perigos dos agrotóxicos, por diluírem e aplicarem o produto e realizarem manejos como a capina, roçada ou colheita, muitas vezes no período crítico de contaminação. Além disso, muitos agricultores não respeitam o intervalo de reentrada nas lavouras, considerado período de segurança e nem fazem uso do Equipamento de Proteção Individual (EPI) que tem a finalidade de proteção, ou seja, reduzir os riscos à saúde dos trabalhadores (LONDRES, 2011).

Contudo, o risco de contaminação alimentar também é um ponto de preocupação. Estudo divulgado em 2019 pelo Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA), mostrou a presença de resíduos acima das concentrações autorizadas nos alimentos consumidos pela população, como mostra a Figura 1 (BRASIL, 2019).

O controle dos sistemas agroalimentares tem levado a uma progressiva padronização das dietas e, conseqüentemente, à diminuição e abandono de uma diversidade de plantas essenciais para a Soberania e Segurança Alimentar e Nutricional dos povos. Ao considerarmos que estamos consumindo um alimento contaminado, nos distanciamos ainda mais do cumprimento do Direito Humano a Alimentação Adequada (DHAA), do acesso a alimentos saudáveis com potencial de prevenção e cura de doenças e garantia da SAN (ABRANDH, 2013).



**Fonte:** Relatório - Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA, 2019).

**Figura 1.** Distribuição das amostras analisadas segundo a presença ou a ausência de resíduos de agrotóxicos e o tipo de irregularidade (PARA, 2019).

Em relação à contaminação ambiental, nota conjunta publicada em 2013 pela FIOCRUZ, INCA e ABRASCO traz o alerta de que mesmo em concentrações de resíduos de agrotóxicos muito baixos, como os que têm sido observados em água e outros ambientes, o risco permanece podendo também levar a impactos para a saúde humana (FIOCRUZ, 2013).

Assim, considerando a abordagem sobre as vias de contaminação, destaca-se que quando há um processo de contaminação do organismo por agrotóxicos, pode ocorrer a intoxicação aguda, subaguda/sobreaguda ou crônica, com diferentes sintomatologias, como descrito no Quadro 1 (LONDRES, 2011).

**Quadro 1.** Intoxicações relacionadas à exposição a agrotóxicos e respectivas sintomatologias.

Intoxicação	Causa	Manifestação	Sintomas
<b>AGUDA</b>	Exposição por curto período a doses elevadas de produtos muito tóxicos.	Primeiras 24 horas após a contaminação.	Cefaleia, náuseas, vômitos, tontura, coceira na pele, dificuldades respiratórias, miastenia, salivação, cólicas abdominais, tremores, confusão mental e convulsões.
<b>SUBAGUDA/ SOBREAGUDA</b>	Exposição pequena ou moderada a produtos alto ou medianamente tóxicos.	Dias ou semanas após a contaminação.	Cefaleia, miastenia, mal-estar, dor de estômago e sonolência.
<b>CRÔNICA</b>	Exposição pequena ou moderada a um ou vários produtos tóxicos.	Tardia, podendo levar meses ou anos após a contaminação.	Os sintomas normalmente são subjetivos como, por exemplo, perda de peso, miastenia, depressão, irritabilidade, insônia, anemia, dermatites, alterações hormonais, problemas imunológicos, efeitos na reprodução, doenças hepáticas, renais e respiratórias.

**Fonte:** LONDRES, 2011. Elaborado pelas autoras.

#### *Contaminação direta e indireta por agrotóxicos*

Pesquisa de mestrado desenvolvida no Programa de Pós-graduação em Agroecologia da Universidade Federal de Viçosa, em um setor rural da Zona da Mata de Minas Gerais com 36 homens - agricultores familiares expostos de forma direta aos agrotóxicos, revelou os seguintes resultados, como mostra o Quadro 2 (MIGUEL, 2018).

A indústria química alega que existe uso seguro de agrotóxicos, desde que as normas sejam seguidas, como uso de EPI e aplicação de acordo com a diluição recomendada e finalidade do produto (LONDRES, 2011). Contudo, nota-se que os agricultores familiares têm dificuldade em relação ao uso dos agrotóxicos e grande parte não segue as recomendações, culminando no aumento do risco de intoxicação.

**Quadro 2.** Informações a respeito da exposição direta aos agrotóxicos por agricultores familiares de um setor rural da Zona da Mata. Minas Gerais, 2018.

<b>Exposição direta aos agrotóxicos</b>	<b>%</b>
Uso correto do EPI	13,9
Faziam a leitura e seguiam as instruções da bula	47,2
Recebiam orientação técnica em relação ao uso dos agrotóxicos	66,0
Respeitavam o período de segurança do produto pulverizado nas culturas	25,0
Relataram sintomas agudos como dor de cabeça, tontura, vômito e náuseas após a pulverização de agrotóxicos	47,2
Diagnóstico médico de intoxicação por agrotóxico	5,6
Pulverização/dia por mais de 4 horas seguidas	61,1
Exposição a herbicidas principalmente	80,6
Glifosato como ingrediente ativo mais exposto ao longo da vida	83,3

Em relação à contaminação pelos agrotóxicos em mulheres, pesquisa de mestrado desenvolvida também no Programa de Pós-graduação em Agroecologia da Universidade Federal de Viçosa, avaliou 37 mulheres de um setor rural da Zona da Mata de Minas Gerais, que não aplicam agrotóxicos, mas que possuíam contato domiciliar. O convívio com marido, filho, pai e/ou irmão que aplicavam agrotóxicos caracterizou uma situação de contato domiciliar, pois estabelece uma interação involuntária com diversas rotas de exposição, como a função de lavagem de roupas contaminadas. Alguns resultados dessa pesquisa são mostrados no Quadro 3 (FERNANDINO, 2019).

**Quadro 3.** Informações a respeito do contato domiciliar com agrotóxicos mediante situação de exposição por mulheres rurais da Zona da Mata. Minas Gerais, 2019.

<b>Sintomas autorrelatados mediante exposição aos agrotóxicos</b>		<b>%</b>
<b>Sintomas físicos</b>	Queda de cabelo; boca seca	48,6
	Dor de cabeça frequente; alergia na pele e problemas na visão	35,1
<b>Sintomas emocionais</b>	Ansiedade	73,0
	Depressão	37,8
<b>Principais formas de contato com os agrotóxicos</b>		
Lavagem das roupas/EPI contaminados		78,4
Aquisição (compra do produto)		16,2
Descarte de embalagens		10,8
Limpeza/manutenção da bomba de pulverização		10,8
Transporte para casa		8,1
Preparo/diluição do produto		8,1
Armazenamento dos produtos		5,4

Considerando os resultados apresentados, Buaski *et al.* (2018) apontam que a exposição indireta aos agrotóxicos por mulheres, pode acarretar principalmente problemas para o feto, quando as mesmas ficam grávidas. O quadro a seguir (Quadro 4), resultante de uma revisão de literatura, traz os principais impactos relacionados à exposição indireta de mulheres aos agrotóxicos.

**Quadro 4.** Impacto dos agrotóxicos na saúde de mulheres expostas indiretamente aos agrotóxicos, a partir de uma revisão de literatura.

Autor/ano	Local do estudo	Principais resultados
Polanco Rodríguez <i>et al.</i> (2017)	Yucatán, México	81,25 % das amostras de leite apresentaram organoclorados.
Lerro <i>et al.</i> (2015)	Carolina do Norte e Iowa, EUA	Exposição a organofosforados associou-se a um elevado risco de câncer de mama, tireoide e ovário.
Lebov <i>et al.</i> (2015)	Carolina do Norte, EUA	A incidência de doença renal foi significativamente elevada nas esposas de homens que aplicavam agrotóxicos.
Starling <i>et al.</i> (2014)	Carolina do Norte e Iowa, EUA	Cinco pesticidas foram associados positivamente ao diabetes.
Upton <i>et al.</i> (2013)	Washington, EUA	Concentrações séricas de organoclorados foram positivamente associadas à endometriose.
Beard <i>et al.</i> (2013)	Carolina do Norte e Iowa, EUA	O envenenamento por agrotóxicos foi positivamente associado à incidência de depressão nas mulheres.

Ressalta-se que conforme a classificação dos agrotóxicos, os sintomas relacionados à intoxicação podem diferir conforme o grupo químico, como mostra o Quadro 5 (LONDRES, 2011).

**Quadro 5.** Efeitos agudos e crônicos da exposição aos agrotóxicos.

Classificação	Grupo Químico	Intoxicação Aguda	Intoxicação Crônica
<b>Inseticidas</b>	Organofosforados e Carbamatos	Fraqueza, Cólica abdominal, Vômito, Espasmos musculares, Convulsão	Efeitos neurológicos retardados, Alterações cromossômicas, Dermatites de contato
	Organoclorados	Náusea, Vômito, Contrações musculares, involuntárias	Arritmias cardíacas Lesões renais Neuropatias periféricas
	Piretróides sintéticos	Irritação das conjuntivas, Espirros, Excitação, Convulsão	Alergias, Asma brônquica, Irritação das mucosas, Hipersensibilidade

Continuação

<b>Fungicidas</b>	Ditiocarbamatos	Tontura, Vômito, Tremores musculares, Dor de cabeça	Alergias respiratórias, Dermatites, Doença de Parkinson, Cânceres
	Fentalamidas	-----	Teratogênese
	Dinitrofenóis e pentaclorofenol	Dificuldade respiratória, Hipertermia, Convulsão	Cânceres, Cloroacnes
<b>Herbicidas</b>	Fenoxiacéticos	Perda de apetite, Enjoo, Vômito, Fasciculação muscular	Indução da produção de enzimas hepáticas, Cânceres, Teratogênese
	Dipiridilos	Sangramento nasal, Fraqueza, Desmaio, Conjuntivites	Lesões hepáticas, Dermatites de contato, Fibrose pulmonar

**Fonte:** Organização Pan-Americana da Saúde/Organização Mundial da Saúde - OPAS/OMS, 1996. (Retirado de Carneiro *et al.*, 2015).

### *O papel da Agroecologia*

Segundo o INCA (2015) a preocupação com os agrotóxicos não pode significar a redução do consumo de frutas, legumes e hortaliças, que são alimentos fundamentais para uma alimentação saudável, além de grande importância na prevenção do câncer e outras doenças. O foco essencial está no combate ao uso dos agrotóxicos, que contamina as fontes de recursos vitais, incluindo os alimentos, solos, água, leite materno e ar.

Assim, trazemos a Agroecologia que se caracteriza com um molde agrícola e social que permite pensar a alimentação e a relação homem-ambiente-saúde de forma ampla, contrapostas ao uso de agrotóxicos, pois busca trazer à tona a posição de dependência do cuidado com o planeta, proporcionando sentidos não somente nutricionais. Segundo Giordani, Bezerra e Anjos (2017):

a produção do alimento agroecológico aciona diferentes redes de sentido, como a integração e a dependência com o espaço; e o conceito ampliado de saúde, que envolve um bem-estar que se completa na tomada de consciência em relação à necessidade de integração sociedade-natureza. São discussões em que o alimento é referido como comida de verdade, potencialmente produtiva, de significados que extrapolam a função biológica e nutricional.

Além disso, a Agroecologia se consolida a partir da relação citada, incorporando a escolha pelo molde agrícola e social, levando em consideração a importância de ser um projeto político que prioriza esta relação, tendo o uso de agrotóxico como ação que deve ser combatida (WARMLING, MORETTI-PIRES, 2017).

Bezerra e Schneider (2012) corroboram para o entendimento da Agroecologia como:

escolhas que uma sociedade enfrenta para organizar o sistema agroalimentar e que caminham junto com as escolhas econômicas, ou seja, o que produzir, como produzir e para quem produzir. Porém, na perspectiva da Soberania e Segurança Alimentar e Nutricional estas escolhas precisam trazer consigo novos valores, sejam estes éticos, sociais, ambientais e culturais, que possam repercutir de maneira positiva na forma como tal sociedade se organiza e, sobretudo, no seu bem-estar social.

A relação de cuidado por parte do indivíduo deve considerar o eixo produtor e consumidor, pois muitas são as vias de contaminação, sendo que as possibilidades de intervenção podem modificar o perfil saúde-doença dos envolvidos. Uma opção dentre as ações políticas que podem contribuir para a qualidade de vida e saúde dos indivíduos são o incentivo a criação de mercados, a exemplo, feiras, Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) e Programa de Aquisição de Alimentos (PAA), incentivando sempre uma produção sustentável (BEZERRA, 2010; MARTINELLI, CAVALLI, 2019).

Estas ações podem estimular o produtor a se inserir no processo de transição agroecológica, já que oferece opções para comercialização (podendo receber um valor monetário maior pelo alimento agroecológico/orgânico), o que refletirá em melhoria das condições de saúde de quem produz e consome estes alimentos (GIORDANI, BEZERRA, ANJOS, 2017).

### Considerações Finais

O modelo agrícola vigente tem ação direta na relação homem-ambiente-saúde, porque distancia esta tríade e, conseqüentemente, afeta o bem-estar do planeta. Esta ação é caracterizada, dentre outras, pelo uso intensivo de agrotóxicos, o que contrapõe o Direito Humano à Alimentação Adequada e Saudável, a Soberania e Segurança Alimentar e Nutricional. Assim, o despertar para a Agroecologia é uma oportunidade de restaurar o equilíbrio do ecossistema e contribuir para um estado ótimo de saúde.

### Referências

AÇÃO BRASILEIRA PELA NUTRIÇÃO E DIREITOS HUMANOS – ABRANDH. **O direito humano à alimentação adequada e o sistema nacional de segurança alimentar e nutricional**. Brasília, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SAÚDE COLETIVA – ABRASCO; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE AGROECOLOGIA – ABA. **Dossiê Científico e Técnico contra o Projeto de Lei do Veneno (PL 6.229/2002) e a favor do Projeto de Lei que institui a Política Nacional de Redução de Agrotóxicos – PNARA**. Parte 1. Rio de Janeiro, 2018.

ALMEIDA, M. D. *et al.* A flexibilização da legislação brasileira de agrotóxicos e os riscos à saúde humana: análise do Projeto de Lei nº 3.200/2015. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 33, n. 7, p. 1-11, 2017.

ARAÚJO, A. J. *et al.* Exposição múltipla a agrotóxicos e efeitos à saúde: estudo transversal em amostra de 102 trabalhadores rurais, Nova Friburgo, RJ. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 12, n. 1, p. 115-130, 2007.

AZEVEDO, E.; RIBAS, M. T. G. Reflexões sobre indicadores de avaliação da segurança alimentar e nutricional. **Revista de Nutrição**, v. 29, n. 2, p. 241-251, 2016.

BARONAS, R. L. Agrotóxico versus pesticida: notas de leitura sobre polêmica e a memória discursiva. **Bakhtiniana: Revista de Estudos do Discurso**, v. 14, n. 2, p. 62-87, 2019.

BEARD, J. D. *et al.* Pesticide exposure and self-reported incident depression among wives in the Agricultural Health Study. **Environmental Research**, v. 126, p. 31-42, 2013.

BEZERRA, I. Nesta terra, em se plantando tudo dá? **Política de soberania e segurança alimentar e nutricional no meio rural paranaense: o caso do PAA**. 2010. Tese (Doutorado em Ciências Sociais) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.

BEZERRA, I.; SCHNEIDER, S. Produção e consumo de alimentos: o papel das políticas públicas na relação entre o plantar e o comer. **Revista Faz Ciência**, v. 14, n. 19, p. 35-61, 2012.

BRASIL. **Comissão especial aprova parecer que muda legislação brasileira sobre agrotóxicos**. 2018b. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/noticias/541040-comissao-especial-aprova-parecer-que-muda-legislacao-brasileira-sobre-agrotoxicos/>. Acesso em: 19 maio 2020.

BRASIL. Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos – PARA. **Relatório das amostras analisadas no período de 2017-2018. Primeiro ciclo do plano plurianual 2017-2020**. Brasília, 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Guia alimentar para a população brasileira**. 2ª ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2014.

BRASIL, Lei nº 11.346 de 24 de Julho de 2006. Cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional – SISAN com vistas em assegurar o direito humano à alimentação adequada e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, jul. 2006.

BRASIL. **PL 6299/2002**. 2018a. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=46249>. Acesso em: 19 maio 2020.

BUASKI, J. P. *et al.* Exposição de mães fumicultoras aos agrotóxicos e os efeitos para a saúde auditiva de lactentes. **Revista CEFAC**, v. 20, n. 4, p. 432-441, 2018.

CALDART, R. S. *et al.* **Dicionário da Educação do Campo**. São Paulo: Expressão Popular, 2012.

CAMPANHA PERMANENTE CONTRA OS AGROTÓXICOS E PELA VIDA. **Comissão aprova projeto que retira restrições do uso de agrotóxicos**. Disponível em: <https://contraosagrototoxicos.org/comissao-aprova-projeto-que-retira-restricoes-do-uso-de-agrototoxicos/>. Acesso em: 19 maio 2020.

CARNEIRO, F. F. *et al.* **Dossiê ABRASCO**: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Rio de Janeiro: Búrigo, 2015.

CONSELHO FEDERAL DE NUTRICIONISTAS - CFN. **Nutrição**: contribuindo para a promoção da saúde e o acesso à alimentação saudável, adequada e sustentável. 2018. Disponível em: <https://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/2018/05/Cartilha-Nutri%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 26 maio 2020.

CONSELHO NACIONAL DE SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL-CONSEA. **Os impactos dos agrotóxicos na Segurança Alimentar e nutricional**: contribuições do CONSEA. Brasília, 2012.

FERNANDINO, S. S. G. **(In) visibilidade dos agrotóxicos na saúde integral de mulheres rurais**. Orientadora: Silvia Eloiza Priore. 2019. 148 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2019.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ – FIOCRUZ. **Em nota conjunta, Fiocruz, Inca e Abrasco alertam para o risco do uso de agrotóxicos**. 2013. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/noticia/em-nota-conjunta-fiocruz-inca-e-abrasco-alertam-para-o-risco-do-uso-de-agrototoxicos>. Acesso em: 19 maio 2020.

GIORDANI, R. C. F.; BEZERRA, I.; ANJOS, M. C. R. Semeando agroecologia e colhendo nutrição: rumo ao bem e bom comer. *In*: **A Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica no Brasil**. Brasília: IPEA, 2017, p. 433-454.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER - INCA. **Posicionamento do Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva acerca dos agrotóxicos**. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/sites/ufu.sti.inca.local/files//media/document//posicionamento-do-inca-sobre-os-agrototoxicos-06-abr-15.pdf>. Acesso em: 19 maio 2020.

LEBOV, J. F. *et al.* Pesticide exposure and end-stage renal disease risk among wives of pesticide applicators in the Agricultural Health Study. **Environmental Research**, v. 143, p. 198-210, 2015.

LERRO, C. C. *et al.* Organophosphate insecticide use and cancer incidence among spouses of pesticide applicators in the Agricultural Health Study. **Occupational and Environmental Medicine**, v. 72, n. 10, p. 736-744, 2015.

- LONDRES, F. **Agrotóxicos no Brasil**: um guia para ação em defesa da vida. Rio de Janeiro: AS-PTA – Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, 2011.
- MARTINELLI, S. S.; CAVALLI, S. B. Alimentação saudável e sustentável: uma revisão narrativa sobre desafios e perspectivas. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 24, n. 11, p. 4251-4262, 2019.
- MIGUEL, E. S. **Uso de agrotóxicos na produção de alimentos e condições de saúde e nutrição de agricultores familiares**. Orientadora: Silvia Eloiza Priore. 2018. 161 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2018.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. AGÊNCIA NACIONAL DE SAÚDE SUPLEMENTAR. **Manual técnico de promoção da saúde e prevenção de riscos e doenças na saúde suplementar**. 3ª ed. Rio de Janeiro, 2009.
- MOREIRA, J. C *et al.* Avaliação integrada do impacto do uso de agrotóxicos sobre a saúde humana em uma comunidade agrícola de Nova Friburgo, RJ. **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, p. 299-311, 2002.
- PACHECO, M. E.; SCHOTTZ, V. **Uso de Agrotóxicos, uma ameaça à Alimentação Saudável. O Direito Humano à Alimentação e a Questão dos Agrotóxicos**. 2005. Disponível em: <http://www4.planalto.gov.br/consea/eventos/plenarias/documentos/2005/uso-de-agrotoxicos-uma-ameaca-a-alimentacao-saudavel-08.2005>. Acesso em: 26 maio 2020.
- POLANCO RODRÍGUEZ, A. G. *et al.* Levels of persistent organic pollutants in breast milk of Maya women in Yucatan, Mexico. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 189, n. 2, p. 189-259, 2017.
- REDE DE DEFESA E PROMOÇÃO DA ALIMENTAÇÃO SAUDÁVEL, ADEQUADA E SOLIDÁRIA - REDE SANS. **Brasileiro consome, em média, 7,5 litros de veneno por ano devido ao uso de agrotóxicos**. Disponível em: <http://redesans.com.br/brasileiro-consome-em-media-75-litros-de-veneno-por-ano-devido-ao-uso-de-agrotoxicos/>. Acesso em: 19 maio 2020.
- RIGOTTO, R. M.; VASCONCELOS, D. P.; ROCHA, M. M. Uso de agrotóxicos no Brasil e problemas para a saúde pública. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 30, n. 7, p.1-3, 2014.
- RUSSEL E. **War and nature**: fighting humans and insects with chemicals from World War I to Silent Spring. New York: Cambridge University Press, 2001.
- STARLING, A. P. *et al.* Pesticide use and incident diabetes among wives of farmers in the Agricultural Health Study. **Occupational and Environmental Medicine**, v. 71, n. 9, p. 629-635, 2015.

SOUZA, A. *et al.* Avaliação do impacto da exposição a agrotóxicos sobre a saúde de população rural. Vale do Taquari (RS, Brasil). **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 16, n. 8, p. 3519-3528, 2011.

UPSON, K. *et al.* Organochlorine Pesticides and Risk of Endometriosis: Findings from a Population-Based Case–Control Study. **Environmental Health Perspectives**, v. 121, n. 11-12, p. 1319-1324, 2013.

WARMLING, D.; MORETTI-PIRES, R. O. Sentidos sobre agroecologia na produção, distribuição e consumo de alimentos agroecológicos em Florianópolis, Brasil. **Interface - Comunicação, Saúde, Educação**, v. 21, n. 62, p. 687-698, 2016.

# CAPÍTULO 13

## FUNÇÕES DO SOLO E SUA ESSENCIALIDADE À VIDA

José Olívio Lopes Vieira Júnior, Renata Cunha Pereira, Anália Arêdes,  
Adalgisa de Jesus Pereira e Felipe Carvalho Santana

### Introdução

O solo é composto por material mineral, orgânico e espaços porosos nos quais estão contidos água ou ar (KER, 1997). A constituição mineral do solo (areia, silte e argila) tem origem da desagregação das rochas através do intemperismo e as partículas orgânicas é resultado da decomposição de plantas e animais (LEPSCH, 2016), bem como de microrganismos.

O solo, é um recurso natural essencial na vida dos seres humanos, que fornece um amplo conjunto de serviços ecossistêmicos, tais como: produção de biomassa e matéria-prima para construção (serviços de provisão); ciclagem de nutrientes e armazenamento de água (serviços de regulação); suporte para plantas e biodiversidade (serviços de apoio); arquivo geológico e cultural (serviço cultural) (FAO, 2013; MCBRANTNEY *et al.*, 2013; VANWALLEGHEM *et al.*, 2017). É a base para a produção de alimentos, rações, combustíveis e fibras; promove a retenção de água das chuvas; hospeda grande diversidade de organismos vivos, os quais promovem a decomposição da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes (FAO, 2013; MCBRATNEY *et al.*, 2013; MONTANARELLA, 2015). O solo é ainda um patrimônio geológico e cultural que mantém nossa história (ROBINSON *et al.*, 2012; MCBRATNEY *et al.*, 2013; MONTANARELLA, 2015).

Existem diversas interações entre o solo, as plantas, os animais e os seres humanos. Entre as interações positivas a relação planta-solo promove a proteção e conservação dos recursos naturais e favorece as interações biológicas. Dentre as interações negativas, a relação homem-solo-planta implica em perdas de biodiversidade, da qualidade da água e do solo (DE ARAÚJO *et al.*, 2012). A degradação do solo representa uma grave ameaça à sustentabilidade agrícola, especialmente porque os recursos naturais presentes são finitos na escala da vida humana (VANWALLEGHEM *et al.*, 2017).

As práticas agrícolas convencionais e intensivas vêm promovendo ao longo dos anos o desmatamento da vegetação natural para o estabelecimento de terras agrícolas. Este processo se intensificou a partir da década de 60 quando ocorreu um rápido crescimento da população e aumentou a preocupação em se produzir mais alimentos. Neste momento surgiu o movimento econômico e político conhecido como Revolução Verde, que tinha como proposta “modernizar os sistemas agrícolas” para aumentar a produção de alimentos (TILMAN, 1998). Entretanto, o principal argumento utilizado no contexto da Revolução Verde que “não é produzido quantidade de alimento suficiente para a população” foi desmistificado

por muitos estudiosos. Não há escassez de alimentos nem falta terras agricultáveis. Na verdade, o problema é a grande desigualdade social, o desperdício de alimentos e a má distribuição de terras (MONTANARELLA, 2015; SCUDELLARI, 2015). A modernização da agricultura não resolveu o problema da fome no mundo e ainda intensificou os processos de degradação e contaminação dos solos (NOEL, STEWART, 2015; SCUDELLARI, 2015; VANWALLEGHEM *et al.*, 2017), da água, animais e seres humanos. A exploração humana sobre os recursos naturais e a adoção de práticas agrícolas inadequadas vem acarretando severa degradação do solo (FAO, 2011; VANWALLEGHEM *et al.*, 2017).

Um solo de qualidade favorece o bom funcionamento do ecossistema: água de qualidade, vitalidade das plantas e dos animais e a manutenção da produtividade agrícola (MENDONÇA *et al.*, 2013). Sem promover a saúde do solo, não será possível produzir alimentos saudáveis livres de agrotóxicos, ter água disponível para o consumo e para manter a biodiversidade dos (agro)ecossistemas.

A forma de manejar o solo deve promover simultaneamente melhorias de suas propriedades biológicas, físicas e químicas, entretanto, a agricultura intensiva vem acarretando perdas em sua qualidade (CAI *et al.*, 2015; MONTANARELLA, 2015; NOEL, STEWART, 2015). No Brasil, a pioneira em conciliar o manejo do solo e a ecologia foi Ana Primavesi, marcado pela publicação do livro Manejo Ecológico do Solo (PRIMAVESI, 1979). Mais recentemente, ao revisarem sobre as essencialidades do solo para a manutenção da vida, McBratney *et al.* (2014) consideraram que os termos qualidade, saúde e proteção do solo não abrangem toda a sua importância. Os autores assemelham o conceito de solo com o conceito de segurança alimentar, segurança da água e energia e assim propuseram o termo segurança do solo como um conceito mais amplo e integrador.

O conceito de segurança do solo proposto por McBratney *et al.* (2014) se apoia em desafios globais: Segurança alimentar, Segurança energética, Segurança hídrica, Proteção da biodiversidade, Redução das mudanças climáticas e Serviços ambientais. Estes desafios estão diretamente ou indiretamente relacionados às funções do solo, como armazenamento de água e nutrientes, produção de biomassa, manutenção da biodiversidade, fonte de matérias-primas, reservatório de carbono e repositório do patrimônio geológico, paleontológico e cultural.

Devido a relevância do solo para a manutenção da vida, estratégias para mitigar os impactos negativos da agricultura vêm sendo desenvolvidas em todo o mundo (MONTANARELLA, 2015; NOEL, STEWART, 2015; SCUDELLARI, 2015; NICHOLLS *et al.*, 2016). Tem-se debatido a possibilidade de intensificação da produção agrícola sem causar prejuízos ao solo e ainda promover o reequilíbrio dos ecossistemas (VANWALLEGHEM *et al.*, 2017). Para muitos estudiosos a única maneira de se fazer agricultura sustentável é através da Agroecologia (MENDONÇA *et al.*, 2013; NICHOLLS *et al.*, 2016).

A biodiversidade é o princípio básico para estabelecer a autorregulação dos agroecossistemas e promover as interações entre solo, plantas e animais (ALTIERI *et al.*, 1999). Práticas agroecológicas permitem aumentar a biodiversidade, a produção de biomassa e a matéria orgânica do solo. Possibilita o uso eficiente de nutrientes, água, energia solar, sementes, organismos do solo, polinizadores e inimigos naturais (MCBRATNEY *et al.*, 2014). Quando se compara as monoculturas com os cultivos diversificados, como os sistemas agroflorestais, observa-se que a maior biodiversidade

presente nestes sistemas promove melhorias nos atributos físicos, químicos e principalmente biológicos do solo (MENDONÇA *et al.*, 2013; NICHOLLS *et al.*, 2016).

Dada a importância do solo para todo o ecossistema e a contribuição da Agroecologia para manutenção das funções do solo, buscamos enfatizar neste capítulo informações que comprovam a essencialidade do solo para a manutenção da vida e os impactos negativos decorrentes da sua degradação. Abordamos também sobre a importância da Agroecologia para a manutenção das propriedades do solo e promoção da segurança deste recurso essencial à vida.

### **Organismos vivos do solo**

Os organismos vivos do solo incluem os microrganismos, microfauna, mesofauna e macrofauna, os quais formam comunidades ecologicamente complexas e desempenham importantes processos físicos e biogeoquímicos no ecossistema (WURST *et al.*, 2012; BARDGETT, VAN DER PUTTEN *et al.*, 2014). Fungos, bactérias, protozoários e vírus compõem o grupo dos microrganismos do solo com maior abundância e diversidade de espécies (BURGUERS, 2012). A microfauna é composta por nematoides, algumas espécies de protozoários e rotíferos. Na mesofauna os principais representantes são ácaros e collembolas e na macrofauna são as formigas, cupins, minhocas e besouros (WURST *et al.*, 2012).

Os microrganismos apresentam como função biológica a decomposição de restos orgânicos e formação de compostos organominerais. Podem também promover interações simbióticas com as plantas, atuar na biorremediação de metais pesados (MAGAN *et al.*, 2010) e na degradação de moléculas de agrotóxicos (SILAMBARASAN, ABRAHAM, 2013).

As bactérias fixadoras de nitrogênio nodulíferas (BFNN), conhecidas como bactérias diazotróficas endofíticas, são responsáveis por uma parcela do nitrogênio que está disponível para as plantas. Possuem vida livre no solo ou podem estar associadas com grupos específicos de plantas (FIORE *et al.*, 2010). A simbiose entre estas bactérias e as plantas estimulam o crescimento vegetativo e o vigor da planta através da fixação de nitrogênio. Esta interação também é capaz de induzir a síntese de fitohormônios que ativam mecanismos de defesa contra fitopatógenos (MOREIRA *et al.*, 2010).

Os fungos micorrízicos arbusculares (FMA) vivem em simbiose com a maioria das plantas terrestres, das quais muitas são de importância agrícola. O uso de inoculantes micorrízicos para aplicação em cultivos agrícolas é considerado uma alternativa eficiente ao uso de fertilizantes sintéticos ou minerais (SOUZA *et al.*, 2006). Estes microrganismos mobilizam nutrientes do solo e transferem às plantas hospedeiras para sua nutrição (EL MUJTAR *et al.*, 2019). Promovem a estabilidade de agregados do solo e assim previnem as erosões (SMITH, READ, 2010). Os fungos também são utilizados na biorremediação de solos contaminados por metais pesados e agrotóxicos. Diversos trabalhos demonstram que as espécies *Aspergillus terreus*, *Penicillium Corylophilum*, *Fusarium oxysporum* e *Trichoderma harzianum* são biorremediadores de organofosforados, chumbo (Pb) e cádmio (Cd) (JOSHI *et al.*, 2011; SILAMBARASAN, ABRAHAM, 2013; LIU *et al.*, 2017; ZHIPENG *et al.*, 2019). Estes microrganismos convertem moléculas tóxicas em compostos que não são prejudiciais ao meio ambiente (MALIK *et al.*, 2017).

A microfauna tem importante papel na decomposição da matéria orgânica e no controle da proliferação de populações de microrganismos. A mesofauna e a macrofauna

além de desenvolverem funções na ciclagem de nutrientes, possuem um importante papel na formação da estrutura física do solo (WURST *et al.*, 2012). Besouros, formigas e minhocas são conhecidos como "engenheiros do ecossistema". Estes animais constroem túneis subterrâneos que promovem melhorias na porosidade, aeração, infiltração e retenção de água, e estabilidade de agregados do solo o que reduz as perdas por erosão (JOUQUET *et al.*, 2011; BROWN, DOMÍNGUEZ, 2010; SANDERS, VAN VEEN, 2011).

Na agricultura as práticas de manejo podem favorecer ou prejudicar a complexa rede de organismos que vivem no solo. A utilização de práticas intensivas tem ocasionado a redução da biodiversidade de organismos existentes (PONGE *et al.*, 2013) o que reduz a capacidade do solo de desempenhar funções importantes (WALL *et al.*, 2015).

### **Impactos da agricultura convencional no solo**

Desde a antiguidade os agricultores vêm equilibrando a demanda por produzir alimentos com a conservação dos recursos naturais (TILMAN, 1998; VANWALLEGHEM *et al.*, 2017). Este modelo de agricultura europeu se propagou pela América, África e Oceania devido as invasões europeias. O manejo do solo era realizado através de práticas como a rotação de culturas, o consórcio de cultivos agrícolas e o pousio. A fertilidade era promovida principalmente através da incorporação de matéria orgânica ao solo e plantio de leguminosas (TILMAN, 1998; MAEZUMI *et al.*, 2018). Esse sistema de produção mudou no início da década de 1960, com a proposta de "modernização" da agricultura, movimento conhecido como Revolução Verde (ALTIERI, NICHOLLS, 2012; PINGALI *et al.*, 2012).

A proposta dos defensores da Revolução Verde era erradicar a fome no mundo através do aumento da produção de alimentos (MENDONÇA *et al.*, 2013; SCUDELLARI, 2015). Este modelo de agricultura simplificava os sistemas produtivos, no qual uma única cultura passava a ser produzida em grandes extensões de terra, as chamadas monoculturas. Além disso, adotava-se práticas intensivas de manejo do solo, com a utilização de sementes híbridas, maquinários e implementos agrícolas, fertilizantes químicos e agrotóxicos (MENDONÇA *et al.*, 2013; INFANTE-AMATE, 2014), constituindo os pacotes tecnológicos, amplamente difundidos por empresas, unidades de ensino e técnicos.

A intensificação do manejo do solo resultou em aumento da produção agrícola (CURRIE *et al.*, 2015; SOTO *et al.*, 2016). No entanto, o problema da fome persiste (SCUDELLARI, 2015) e novos problemas, sociais e ambientais, emergiram (MARTENS *et al.*, 2015; EHLERS, 2017). O sistema convencional de produção não é socialmente justo e ecologicamente correto (NICHOLLS *et al.*, 2016).

A exploração humana sobre os recursos naturais e adoção de práticas agrícolas inadequadas promove a degradação ao solo (FAO, 2011; VANWALLHEGHEM *et al.*, 2017). Em todo o mundo é crescente o número de desmatamentos e queimadas para o estabelecimento de novas áreas de cultivo (KAPLAN *et al.*, 2009; MENDONÇA *et al.*, 2013). Este sistema promove a compactação do solo, processos erosivos, eutrofização e assoreamento de rios, córregos e lagos (WALL *et al.*, 2015). O uso de agrotóxicos ocasiona perda da diversidade genética, contaminação da água, do lençol freático e dos alimentos (FAO, 2011; WALL *et al.*, 2015), e perdas na qualidade do solo (PANACHUKI *et al.*, 2011; WALL *et al.*, 2015).

Portanto, a degradação do solo causada por práticas agrícolas inadequadas resulta em erosão, compactação, salinização, acidificação, contaminação, desertificação, perda de matéria orgânica e de nutrientes no solo – diretamente associadas à perda de qualidade nutricional dos alimentos, o que coloca em risco a segurança alimentar e nutricional (FAO, 2011). Estudo realizado pelo *The Economics of Land Degradation Initiative* (ELD), afirma que 168 países sofrem com a degradação do solo. Cerca de 50 % do solo destinado à agricultura encontra-se degradado. Isso coloca em risco os meios de subsistência das pessoas e representa uma ameaça a sustentabilidade do planeta (NOEL, STEWART, 2015). A perda anual de solo em decorrência de processos erosivos causados pela agricultura é de aproximadamente 75 bilhões de toneladas, o que corresponde a uma perda de aproximadamente 400 bilhões de dólares (NOEL, STEWART, 2015).

A urgência da recuperação da qualidade do solo tem sido o foco de cientistas e agricultores nas últimas décadas (DUVAL *et al.*, 2013; NOEL, STEWART, 2015; NICHOLLS *et al.*, 2016). Muito se debate sobre a possibilidade de intensificação da produção agrícola concomitante com a preservação dos recursos naturais. E a principal saída para este complexo dilema se encontra na Agroecologia (SCHUTTER, 2010; NICHOLLS *et al.*, 2016).

### **Agroecologia: alternativa para promover a preservação do solo e a segurança alimentar e nutricional**

Uma agricultura sustentável deve garantir a sustentabilidade nas dimensões social, econômica e ambiental. Dentro desse contexto, a ONU propôs uma lista com 17 objetivos da Agenda 2030 que visam equilibrar as três dimensões do desenvolvimento sustentável (ONU, 2015). Atualmente, a maioria dos sistemas de produção agrícola no mundo são as monoculturas. Embora o atual modelo de agricultura movimente a economia em diversos países (YANG, ZHU, 2013) desigualdades sociais e impactos negativos aos ecossistemas são promovidos por este sistema de produção (MARTENS *et al.*, 2015; EHLERS, 2017).

Até o ano de 2050 estima-se um aumento de dois bilhões de pessoas no mundo (ONU, 2019) e este crescimento demandará uma maior produção de alimentos. Projeções indicam que nas próximas décadas a produção agrícola deverá aumentar de 50 a 100 % (TILMAN *et al.*, 2011; ODEGARD, VAN DER VOET, 2014). Entretanto, para garantir uma alimentação segura, não basta apenas aumentar a produtividade, mas produzir alimentos que garantam a segurança alimentar e nutricional (FAO, 2011).

Conciliar a demanda por alimentos de qualidade com o desenvolvimento sustentável e conservação do solo é um desafio (FAO, 2011). É urgente que a agricultura garanta alimentos suficientes e que ao mesmo tempo consiga preservar os recursos naturais, especialmente a água e o solo (NICHOLLS *et al.*, 2016; VANWALLEGHEM *et al.*, 2017; BAMPA *et al.*, 2019). Neste sentido a Agroecologia é considerada como alternativa capaz de aumentar a produtividade e diversidade de alimentos de qualidade, promover a resiliência e a sustentabilidade dos agroecossistemas e fortalecer a agricultura familiar e a economia local (PERFECTO *et al.*, 2010; GLIESSMAN, 2013; NICHOLLS *et al.*, 2016).

A Agroecologia é uma ciência que dialoga com práticas agrícolas e com movimentos sociais, valorizando o conhecimento popular como estratégia metodológica e ética (WEZEL *et al.*, 2009; NICHOLLS *et al.*, 2016). O sistema agroecológico apresenta

relações complexas e tem como objetivo promover a biodiversidade para favorecer o manejo ecológico dos agroecossistemas. Gradualmente os insumos externos são substituídos por recursos acessíveis ao agricultor (NICHOLLS *et al.*, 2016).

À medida que inicia a conversão dos sistemas convencionais para os agroecológicos são observadas mudanças benéficas nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (NICHOLLS *et al.*, 2016). Durante o período de transição prioriza-se manejar a matéria orgânica e melhorar a atividade biológica do sistema, de maneira que o solo apresente condições favoráveis para promoção do crescimento das plantas (NICHOLLS *et al.*, 2016).

Em relação às propriedades físicas, a manutenção da cobertura vegetal sobre o solo nos sistemas agroecológicos atua na supressão de plantas espontâneas, protege os horizontes superficiais do impacto direto das gotas de chuva, promove a agregação das partículas, melhora da aeração e drenagem, reduz os riscos de erosão e protege contra a exposição direta a luz solar que reduz a variação da temperatura (GASPARIM *et al.*, 2005; LOSS *et al.*, 2009; ALCÂNTARA, 2017).

Em relação às propriedades químicas do solo os maiores teores de matéria orgânica aumentam a capacidade das trocas de catiônicas, o que se traduz em aumento da disponibilidade de nutrientes para as plantas (LOSS *et al.*, 2009). O consórcio com espécies leguminosas (Fabaceae) disponibiliza quantidades consideráveis de nitrogênio no solo devido à fixação biológica (SPRENT, PARSONS, 2000).

Quanto aos aspectos biológicos, a biodiversidade do sistema favorece os organismos do solo responsáveis pela decomposição da matéria orgânica e mineralização dos nutrientes que convertem macro e micronutrientes em formas disponíveis para as plantas. A biodiversidade favorece também inimigos naturais que atuam no controle biológico, o que reduz as doenças causadas por insetos e outros patógenos (ALTIERI, NICHOLLS, 2012; DOMÍNGUEZ *et al.*, 2014; NICHOLLS *et al.*, 2016; ALCÂNTARA, 2017).

Diversas experiências agroecológicas podem ser citadas na promoção da saúde e na qualidade do solo. Na Zona da Mata de Minas Gerais, agricultores da região adotaram sistemas agroflorestais (SAF) como prática conservacionista da água e do solo com o objetivo de recuperar áreas degradadas por erosão causadas por monoculturas (PORTUGAL *et al.*, 2010). Além de favorecer a diversificação da produção e possibilitar maior estabilidade financeira das famílias agrícolas (DE SOUZA *et al.*, 2012), os SAF demonstraram maior aporte de matéria orgânica e presença de inimigos naturais no solo (FONTE *et al.*, 2010).

Dentro do contexto de conservação do solo está inserida a agricultura orgânica. Este estilo de agricultura possui estratégias de manejo favoráveis a qualidade do solo (BELLON *et al.*, 2009). Os alimentos orgânicos podem possuir qualidade nutricional superior e são livres de agrotóxicos (LAIRON, 2010). Com a crescente preocupação pública com questões ambientais e de saúde humana, a agricultura orgânica tem despertado o interesse de agricultores e consumidores em todo mundo (SUJA *et al.*, 2012).

A comparação da qualidade do solo em agroecossistemas sob manejo convencional e orgânico constataram que as práticas de manejo adotadas na agricultura orgânica promoveram melhorias nas propriedades físicas do solo e maior resistência a adversidades climáticas (REGANOLD *et al.*, 2010). Além disso, a agricultura orgânica favorece a fertilidade do solo e promove o enriquecimento da biodiversidade que

compõem a fauna edáfica (THIELE-BRUHN *et al.*, 2012). O solo manejado sob sistema orgânico possui ainda teores mais altos de matéria orgânica e de umidade que solos manejados convencionalmente (REGANOLD, WACHTER, 2016).

Uma abordagem agroecológica pode restaurar o funcionamento de agroecossistemas defasados. A Agroecologia pode promover melhorias na qualidade do solo por meio de restaurações ecológicas e provimento de interações entre os seres vivos dentro dos sistemas agrícolas. Neste sistema, a biota é a principal responsável por fixar nitrogênio ao solo, promover a ciclagem de nutrientes e torná-los disponíveis para as plantas. A cobertura do solo é mantida para protegê-lo do impacto da chuva e do vento, reduzir processos de erosão e manter a temperatura adequada. Desta forma, os princípios agroecológicos contribuem para a manutenção da saúde do solo e consequentemente promovem a segurança alimentar e nutricional.

### **Considerações finais**

O solo é essencial para o desenvolvimento e manutenção da vida. Dele brota os alimentos necessários à sobrevivência das mais variadas formas de vida. Funciona como abrigo para diversos seres vivos e fornece uma gama de serviços ecossistêmicos. É dele que as plantas retiram os nutrientes necessários para se desenvolverem. Entretanto, um solo pobre em nutrientes desfavorece o desenvolvimento vegetal. A degradação do solo causada por práticas agrícolas inadequadas - que resultam em erosão, compactação, salinização, acidificação, contaminação, desertificação, perda de matéria orgânica e de nutrientes estão diretamente associadas a queda de produtividade agrícola e qualidade nutricional dos alimentos, o que coloca em risco a segurança alimentar.

No cenário atual, um dos grandes desafios da humanidade é a implementação de uma agricultura produtiva e sustentável que possa garantir alimentos de qualidade em quantidade suficiente ao mesmo tempo em que protege os recursos naturais. A abordagem agroecológica na condução de agroecossistemas surge como uma estratégia na redução dos impactos causados ao solo pela agricultura convencional. A adoção de sistemas agrícolas biodiversificados favorecem a qualidade do solo, o sequestro de carbono, a capacidade de retenção de água em solos superficiais e o rendimento das culturas, resultando em um sistema agrícola mais sustentável. Um solo rico em biodiversidade pode melhorar substancialmente as funções do ecossistema, como regulação de pragas e patógenos, filtragem da água, produção de alimentos nutritivos, absorção de nutrientes pelas plantas e aumento de biomassa, redução de perdas de nutrientes por lixiviação que pode resultar em uma redução na quantidade de fertilizantes aplicados.

Na agricultura convencional, o solo representa apenas um substrato, no qual, a fertilidade é adicionada por meio de insumos químicos. Entretanto, o solo é muito mais do que isso, é considerado um organismo vivo. É dele a diversidade de microrganismos que promovem a fertilidade e a sanidade das plantas. Cuidar do solo é cuidar da nossa saúde, pois um solo saudável é a base para a manutenção da vida, nas palavras de Ana Primavesi:

“O segredo da vida é o solo, porque do solo dependem as plantas, a água, o clima e nossa vida. Tudo está interligado. Não existe ser humano sadio se o solo não for sadio e as plantas, nutridas” (Primavesi, 2012). E a Agroecologia é considerada como a principal

ciência capaz de transformar a agricultura e promover a segurança da água, do solo, a segurança alimentar e reequilíbrio de todo o agroecossistema.

## Referências

- ALTIERI, M. A. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *In: Invertebrate Biodiversity as Bioindicators of Sustainable Landscapes*. Elsevier, 1999. p. 19-31.
- ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. Agroecology scaling up for food sovereignty and resiliency. *In: Sustainable agriculture reviews*. Springer, Dordrecht, p. 1-29, 2012.
- BAMPA, F. *et al.* Harvesting European knowledge on soil functions and land management using multi-criteria decision analysis. **Soil Use and Management**, v. 35, n. 1, p. 6-20, 2019.
- BARDGETT, R. D.; VAN DER PUTTEN, W. H. Belowground biodiversity and ecosystem functioning. **Nature**, v. 515, n. 7528, p. 505, 2014.
- BELLON, S. *et al.* Trajetórias da Agroecologia no Brasil: entre movimentos sociais, redes científicas e políticas públicas. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, 2009.
- BENDER, S. F.; WAGG, C.; VAN DER HEIJDEN, M. G. A. An underground revolution: biodiversity and soil ecological engineering for agricultural sustainability. **Trends in ecology & evolution**, v. 31, n. 6, p. 440-452, 2016.
- BROWN, G. G.; DOMÍNGUEZ, J. Uso das minhocas como bioindicadoras ambientais: princípios e práticas. 3º Encontro Latino Americano de Ecologia e Taxonomia de Oligoquetas (Elaetao3). **Acta Zoológica Mexicana**, n. 2, p. 1-18, 2010.
- CAI, X. *et al.* Impacts of climate change on agricultural water management: a review. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Water**, v. 2, n. 5, p. 439-455, 2015.
- CURRIE, T. E. *et al.* Agricultural productivity in past societies: Toward an empirically informed model for testing cultural evolutionary hypotheses. **Cliodynamics**, v. 6, n. 1, p. 24-56, 2015.
- DE ARAÚJO, E. A. *et al.* Qualidade do solo: conceitos, indicadores e avaliação. **Applied Research & Agrotechnology**, v. 5, n. 1, p. 187-206, 2012.
- DOMÍNGUEZ, A. *et al.* Organic farming fosters agroecosystem functioning in Argentinian temperate soils: Evidence from litter decomposition and soil fauna. **Applied Soil Ecology**, v. 83, p. 170-176, 2014.
- EHLERS, E. **O que é agricultura sustentável**. Brasiliense, 2017.
- EL MUJTAR, V. *et al.* Role and management of soil biodiversity for food security and nutrition; where do we stand? **Global food security**, v. 20, p. 132-144, 2019.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **Rice Market Monitor**. FAO Data Repository. Rome, Italy, 2013.

FIORE, C. L. *et al.* Nitrogen fixation and nitrogen transformations in marine symbioses. **Trends in microbiology**, v. 18, n. 10, p. 455-463, 2010.

FONTE, S. J.; BARRIOS, E.; SIX, J. Earthworms, soil fertility and aggregate associated soil organic matter dynamics the Quesungual agroforestry system. **Geoderma**, v. 155, p. 320-328, 2010.

GLIESSMAN, S. Agroecology: Growing the roots of resistance. **Agroecology and Sustainable Food Systems**, v. 37, n. 1, p. 19-31, 2013.

INFANTE AMATE, J.; AGUILERA, E.; GONZÁLEZ, M. L. **La gran transformación del sector agroalimentario español. Un análisis desde la perspectiva energética** (1960-2010). 2014.

JOSHI, P. K. *et al.* Bioremediation of heavy metals in liquid media through fungi isolated from contaminated sources. **Indian journal of microbiology**, v. 51, n. 4, p. 482-487, 2011.

JOUQUET, P. *et al.* Influence of termites on ecosystem functioning. Ecosystem services provided by termites. **European Journal of Soil Biology**, v. 47, n. 4, p. 215-222, 2011.

KAPLAN, J. O. *et al.* The prehistoric and preindustrial deforestation of Europe. **Quaternary Science Reviews**, v. 28, n. 27-28, p. 3016-3034, 2009.

KER, J. C. Latossolos do Brasil: uma revisão. **Revista Geonomos**, v. 5, n. 1, 1997.

KREMEN, C.; *et al.* Diversified farming systems: an agroecological, systems-based alternative to modern industrial agriculture. **Ecology and Society**, v. 17, n. 4, 2012.

LAIRON, D. Nutritional quality and safety of organic food. A review. **Agronomy for sustainable development**, v. 30, n. 1, p. 33-41, 2010.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. Oficina de textos, 2016.

LIU, S. H. *et al.* Bioremediation mechanisms of combined pollution of PAHs and heavy metals by bacteria and fungi: A mini review. **Bioresource technology**, v. 224, p. 25-33, 2017.

LOSS, A. *et al.* Atributos químicos e físicos de um Argissolo Vermelho-Amarelo em sistema integrado de produção agroecológica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 1, p. 68-75, 2009.

MAEZUMI, S. Y. *et al.* The legacy of 4,500 years of polyculture agroforestry in the eastern Amazon. **Nature plants**, v. 4, n. 8, p. 540, 2018.

- MAGAN, N.; FRAGOEIRO, S.; BASTOS, C. Environmental factors and bioremediation of xenobiotics using white rot fungi. **Mycobiology**, v. 38, n. 4, p. 238-248, 2010.
- MALIK, Z. *et al.* Agrochemicals and soil microbes: interaction for soil health. In: **Xenobiotics in the Soil Environment**. Springer, Cham, 2017. p. 139-152.
- MARTENS, J. R. T.; ENTZ, M. H.; WONNECK, M. D. Redesigning Canadian Prairie cropping systems for profitability, sustainability, and resilience. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 95, n. 6, p. 1049-1072, 2015.
- MCBRANTNEY, A.; FIELD, D. J.; KOCH, A. The dimensions of soil security. **Geoderma**, v. 213, p.203-213, 2014.
- MENDONÇA, E. S. *et al.* **Agroecologia, conservação do solo e da água e produção de alimentos na agricultura familiar**. In: LEITE, L. F. C. Agricultura conservacionista no Brasil. 1ª ed. EMBRAPA, 2017. Cap. 2, p. 415 – 427.
- MONTANARELLA, L. Agricultural policy: Govern our soils. **Nature News**, v. 528, n. 7580, p. 32, 2015.
- MOREIRA, F. M. S. *et al.* Bactérias diazotróficas associativas: diversidade, ecologia e potencial de aplicações. **Comunicata Scientiae**, v. 1, n. 2, p. 74, 2010.
- NICHOLLS, C. I.; ALTIERI, M. A.; VASQUEZ, L. Agroecology: principles for the conversion and redesign of farming systems. **Journal of Ecosystem and Ecography**, v. 5, 2016.
- NOEL, S.; STEWART, N. Report for policy and decision makers: Reaping economic and environmental benefits from sustainable land management. **Economics of Land Degradation Initiative**, Bonn, 2015.
- ODEGARD, I. Y. R.; VAN DER VOET, E. The future of food—Scenarios and the effect on natural resource use in agriculture in 2050. **Ecological Economics**, v. 97, p. 51-59, 2014.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS - ONU. **Programa de ação de Viena-Conferência Mundial sobre Direitos Humanos**. ONU Declaração, 2019.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS - ONU. **Transformando nosso mundo: A agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável**. 2015.
- PANACHUKI, E. *et al.* Perdas de solo e de água e infiltração de água em Latossolo Vermelho sob sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 5, p. 177-1786, 2011.
- PERFECTO, I.; VANDERMEER, J. The agroecological matrix as alternative to the land-sparing/agriculture intensification model. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 107, n. 13, p. 5786-5791, 2010.

PINGALI, P. L. Green revolution: impacts, limits, and the path ahead. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 109, n. 31, p. 12302-12308, 2012.

PONGE, J. F. *et al.* The impact of agricultural practices on soil biota: a regional study. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 67, p. 271-284, 2013.

PORTUGAL, A. F.; COSTA, O. D. V.; COSTA, L. M. Propriedades físicas e químicas do solo em áreas com sistemas produtivos e mata na região da Zona da Mata mineira. **Revista Brasileira de ciência do solo**, v. 34, n. 2, p. 575-585, 2010.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. São Paulo: Nobel, 1979.

PRIMAVESI, A. **Pioneira da agroecologia receberá prêmio mundial** (2012). Jornal O Estadão. Disponível em: <https://www.estadao.com.br/noticias/geral,pioneira-da-agroecologia-recebera-premio-mundial,903818>. Acesso em: 20 setembro 2019.

REGANOLD, J. P. *et al.* Fruit and soil quality of organic and conventional strawberry agroecosystems. **PloS One**, v. 5, n. 9, p. e12346, 2010.

REGANOLD, J. P.; WACHTER, J. M. Organic agriculture in the twenty-first century. **Nature plants**, v. 2, n. 2, p. 15221, 2016.

ROBINSON, D. A. *et al.* Natural capital, ecosystem services, and soil change: Why soil Science must embrace an ecosystems approach. **Vadose Zone Journal**, v. 11, n. 1, 2012.

SANDERS, D.; VAN VEEN, F. J. F. Ecosystem engineering and predation: the multi-trophic impact of two ant species. **Journal of Animal Ecology**, v. 80, n. 3, p. 569-576, 2011.

SCUDELLARI, M. The science myths that will not die. **Nature News**, v. 528, p. 322, 2015.

SCHUTTER, O. Report submitted by the Special Rapporteur on the right to food, Olivier De Schutter, United Nations Human Rights Council. **16<sup>th</sup> session, agenda item**, v. 3, 2010.

SILAMBARASAN, S.; ABRAHAM, J. Ecofriendly method for bioremediation of chlorpyrifos from agricultural soil by novel fungus *Aspergillus terreus* JAS1. **Water, Air, & Soil Pollution**, v. 224, n. 1, p. 1369, 2013.

SMITH, S. E.; READ, D. J. **Mycorrhizal symbiosis**. Academic press, 2010.

SOTO, D. *et al.* The social metabolism of biomass in Spain, 1900–2008: From food to feed-oriented changes in the agro-ecosystems. **Ecological Economics**, v. 128, p. 130-138, 2016.

SOUZA, V. C. *et al.* Estudos sobre fungos micorrízicos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 10, n. 3, p. 612-618, 2006.

- SOUZA, H. N.; DE GRAAFF, J.; PULLEMAN, M. M. Strategies and economics of farming systems with coffee in the Atlantic Rainforest Biome. **Agroforestry systems**, v. 84, n. 2, p. 227-242, 2012.
- SPRENT, J. I.; PARSONS, R. Nitrogen fixation in legume and non-legume trees. **Field Crops Research**, v. 65, n. 2-3, p. 183-196, 2000.
- SUJA, G. *et al.* Higher yield, profit and soil quality from organic farming of elephant foot yam. **Agronomy for sustainable development**, v. 32, n. 3, p. 755-764, 2012.
- THIELE-BRUHN, S. *et al.* Linking soil biodiversity and agricultural soil management. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 4, n. 5, p. 523-528, 2012.
- TILMAN, D. *et al.* Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 108, n. 50, p. 20260-20264, 2011.
- TILMAN, D. The greening of the green revolution. **Nature**, v. 396, n. 6708, p. 211, 1998.
- VANWALLEGHEM, *et al.* Impact of historical land use and soil management change on soil erosion and agricultural sustainability during the Anthropocene. **Anthropocene**, v.17, p. 13-29, 2017.
- WALL, D. H.; NIELSEN, U. N.; SIX, J. Soil biodiversity and human health. **Nature**, v. 528, n. 7580, p. 69, 2015.
- WEZEL, A. *et al.* Agroecology as science, a movement and practice. A review. **Agronomy for sustainable development**, v. 29, n. 4, p. 503-515, 2009.
- WURST, S.; DE DEYN, G. B.; ORWIN, K. Soil biodiversity and functions. **Soil ecology and ecosystem services**, p. 28-44, 2012.
- YANG, D. T.; ZHU, X. Modernization of agriculture and long-term growth. **Journal of Monetary Economics**, v. 60, n. 3, p. 367-382, 2013.
- ZHIPENG, W. U. *et al.* Mycorrhizal inoculation affects Pb and Cd accumulation and translocation in Pakchoi (*Brassica chinensis* L.). **Pedosphere**, v. 26, n. 1, p. 13-26, 2016.

# CAPÍTULO 14

## EVOLUÇÃO DO CONHECIMENTO E IMPORTÂNCIA DA CONSERVAÇÃO DO SOLO

Sandro Lucio Silva Moreira, João Santiago Reis,  
Bruno Nery Fernandes Vasconcelos e Paulo Prates Júnior

### Introdução

Os solos são matrizes complexas e estruturadas que incluem ecossistemas biodiversos, abrigando mais de 25 % das espécies conhecidas (DECAËNS, 2010), incluindo milhares de espécies microbianas, que interagem entre si e regulam a estrutura e o funcionamento dos ecossistemas terrestres, desempenhando participação fundamental nos ciclos biogeoquímicos.

Esta matriz cumpre inúmeras funções em nosso planeta e dessa forma afeta, diretamente, a dinâmica na crosta e, conseqüentemente, a humanidade nas suas diferentes expressões socioculturais, políticas e econômicas. Pode-se destacar, por exemplo, o solo como um elemento fundamental na disponibilização de água potável nos continentes, visto que possibilita maior ou menor infiltração das águas das chuvas. Além disso, atua na filtragem da água, de modo que está possa chegar às fontes superficiais e subterrâneas com boa qualidade.

No solo ocorre a maior parte dos processos de reciclagem de material orgânico, realizada por microrganismos que decompõem e disponibilizam nutrientes para outras formas de vida. Configuram-se, ainda, como o maior reservatório de carbono orgânico, contribuindo para a regulação do conteúdo de gases da atmosfera. Assim, tem papel importante na dinâmica do efeito estufa e nas discussões sobre aquecimento global e, conseqüentemente, sobre as predições das dificuldades e oportunidades para melhorar a qualidade de vida dos seres humanos.

O solo influencia também a qualidade do ar, pois em regiões onde não se encontram bem agregados e cobertos, têm-se enormes quantidades de partículas finas (poeira) em suspensão, originando danos ao sistema respiratório de animais e seres humanos. Sabe-se, também, que a utilização do solo como recurso para construção de edificações remonta às civilizações mais antigas da humanidade, sendo empregado em técnicas mais rudimentares, até a elaboração de tijolos e cerâmicas modernas. Ainda hoje o solo constitui a base principal para estabelecimento de construções civis e rodovias.

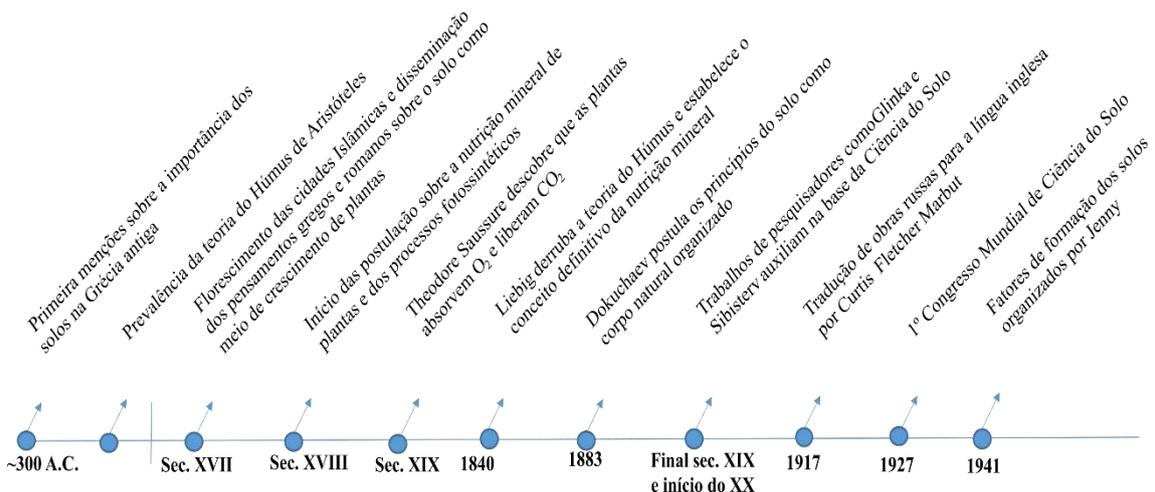
Dentre suas principais funções, merece destaque a capacidade de fornecer alimentos, fibras, madeira, medicamentos e combustíveis, uma vez que é um reservatório natural de água e nutrientes essenciais para as plantas. Portanto, a conservação e maior entendimento sobre o solo é fundamental para a manutenção do potencial produtivo, equilíbrio ecológico, segurança, e soberania alimentar e nutricional, sendo a Agroecologia um ramo do conhecimento científico importante

para avançarmos em direção ao uso consciente do solo e ao desenho de sistemas agroalimentares mais sustentáveis. Deste modo, o objetivo deste capítulo é apresentar aspectos históricos e evolutivos do conhecimento sobre os solos, no contexto rural e urbano, bem como salientar a importância de conservar esse bem natural, como estratégia de manutenção e melhorias do bem-estar humano.

### Aspectos históricos e evolução do conhecimento do solo

O interesse da humanidade em conhecer melhor o solo se deu a partir da necessidade de manejá-lo mais intensamente o mesmo através do surgimento/desenvolvimento da agricultura. Esta atividade promoveu evoluções socioculturais, econômicas e tecnológicas significativas na história, na qual populações nômades começaram a sedentarizar e gerar o protótipo de organização social ocidental que conhecemos atualmente, baseada na formação de famílias e cidades.

As técnicas agrícolas foram se aprimorando, geraram excedentes e permitiram o crescimento da população, mas junto com isto aumentou a pressão sobre a capacidade produtiva dos solos. Dessa forma, era necessário produzir cada vez mais, e para tanto, precisava-se manter e ou melhorar a fertilidade das terras agriculturáveis. Esse fato pode ser ilustrado por alguns registros da civilização grega como no poema de Homero, século VIII a.C., intitulado *Odisséia*, que menciona a aplicação de esterco em videiras, bem como narra a existência de um monte de esterco onde Argos, o fiel cão de caça de Odisseu, o aguardava quando regressa de uma ausência de vinte anos (NOVAIS *et al.*, 2007). Existem outras menções nos relatos gregos relacionadas não somente ao uso de esterco, mas também de restos culturais e de plantas de cobertura de solo. Assim o desenvolvimento de métodos rudimentares de avaliação do solo desenvolvidos na Grécia, evidenciava que a fertilidade dos solos era uma questão chave na prosperidade das sociedades antigas. A Na Figura 1 são destacados alguns marcos históricos da civilização ocidental sobre a evolução do entendimento da importância do solo.



Fonte: Autores.

**Figura 1.** Linha do tempo com marcos, aspectos históricos e evolução do conhecimento sobre o solo para as civilizações ocidentais.

A importância do solo na história pode ser observada também através da localização geográfica de antigas sociedades proeminentes, que floresceram ao longo

de planícies fluviais férteis, no caso do mediterrâneo, ou em regiões montanhosas com solos oriundos de material vulcânico na América do Sul. A partir desta ótica é possível inferir que a distribuição populacional no globo, principalmente no período que antecede o século XIX, foi condicionada em partes, pela ocorrência de solos com características físicas, químicas e biológicas propícias ao uso agrícola.

Dessa forma, a primeira abordagem do conhecimento de solos é baseada no solo como meio para crescimento e desenvolvimento de plantas. Esta visão se baseava nos pensamentos clássicos da filosofia grega e romana, sendo mais difundida com o florescimento das cidades Islâmicas entre os séculos XVI e XVII, prevalecendo até o século XVIII da Era Cristã. É neste período que a teoria do húmus, postulada por Aristóteles, que preconizava que as plantas se alimentavam de porções diminutas da própria matéria que as constitui, vai sendo gradativamente substituída pelo conhecimento da nutrição mineral (NOVAIS *et al.*, 2007). A ciência estava evoluindo e com ela os métodos e ideias para avaliar novos aspectos relacionados à interação solo-planta.

No século XIX, com inúmeras inovações em diversos campos do conhecimento, como química, biologia e mecânica, ocorreu uma revolução nos conhecimentos sobre solos. Neste contexto, surgiram descobertas importantes de pesquisadores como Theodore Saussure, de que as plantas absorvem CO<sub>2</sub> e liberam oxigênio na presença de luz, e do químico alemão Justus Von Liebig (1803 – 1873) que postulou sobre a absorção, pelas plantas, de elementos químicos na forma mineral (NOVAIS *et al.*, 2007). Paralelamente a estas descobertas, ainda vinculadas a uma visão do solo como meio de crescimento de plantas, surge um novo olhar para o solo como um componente inerente aos diferentes tipos de paisagens.

A percepção do solo como um corpo natural organizado foi desenvolvida inicialmente pelo geólogo russo Vasilii Vasilevich Dokuchaev (1846 – 1903) que trabalhou nas extensas estepes russas avaliando o potencial dos solos para o desenvolvimento agrícola. Dokuchaev acabou por identificar distinções nos tipos de solos, associadas com variabilidades na paisagem, publicando a síntese destes estudos em sua tese intitulada “Os Chernozems da Rússia” (LEPSCH, 2011). Já existiam conhecimentos prévios sobre a relação dos solos com as rochas ou material de origem, abordados em um ramo da Geologia conhecido como Agrogeologia, que percebia o solo como produto da alteração de rochas. Porém, Dokuchaev acabou por ir além desta abordagem, pois uniu outras variáveis, como relevo e principalmente, clima, na combinação de fatores que originam os solos. O cientista russo ainda se apropriou de mais um conceito da geologia, o da estratigrafia, relacionando esta ideia com as diferentes camadas que ocorrem nos solos, as quais denominou de horizontes A (superficial), B (intermediário) e C (mais profundo).

As constatações de Dokuchaev consolidaram uma abordagem do ponto de vista genético do solo. Esta percepção originou o que hoje conhecemos como **Pedologia** (*pedon* – do grego solo), que é a ramificação da ciência do solo que estuda os processos genéticos da formação dos solos, bem como sua classificação taxonômica e distribuição geográfica (LEPCSH, 2011).

A partir desta nova ótica, de perceber o solo como um corpo natural organizado, que varia na paisagem conforme a confluência de determinados fatores, vários pesquisadores passaram a se dedicar a compreender melhor como estes fatores influenciavam na formação dos solos. Ao longo de seu percurso pioneiro na escola russa

de pedologia, Dokuchaev formou novos pesquisadores que seguiram aprimorando seus postulados na transição entre os séculos XIX e XX.

Estes conhecimentos restritos até então à escola russa, começaram a se difundir em outros países europeus como Alemanha e Inglaterra, ganhando maior expressividade em termos mundiais a partir do momento em que as obras russas sobre pedologia foram traduzidas para a língua inglesa, particularmente a obra de Konstantin Dimitrievich Glinka (1867 - 1929), um dos sucessores de Dokuchaev que foi traduzida por Curtis Fletcher Marbut (1863 - 1935), trazendo para os cientistas do solo norte-americanos os conceitos de perfil e de fatores de formação de solo. Nos Estados Unidos já existiam trabalhos em andamento, conduzidos pelo geólogo Eugene Woldemar Hilgard (1833 - 1916), que trabalhou com mapeamento de solos, a partir da relação entre propriedades químicas dos solos, material de origem e aspectos climáticos (KAMPF, CURI, 2012). Esta fusão de conhecimentos das escolas russa e americana teve seu ponto culminante no ano de 1927 com a realização do 1º Congresso Internacional de Ciência do Solo que ocorreu nos Estados Unidos (Figura 1).

O conhecimento acumulado ao longo de décadas, sobre os processos genéticos que originam os solos, acabaram sendo sintetizados no que se conhece como equação dos fatores de formação de solos. A primeira versão foi postulada por Shaw (1930), no entanto, a versão que foi mais aceita e divulgada mundialmente foi a proposta por Jenny (1941). Jenny uniu os principais fatores de formação de solos, tais como clima (c); organismos (o); relevo (r); material de origem (mo); e tempo (t), com a seguinte expressão: Solo =  $f(c, o, r, mo, t)$ .

Obviamente existem questionamentos acerca deste modelo, principalmente quanto a falta de dependência entre as variáveis que compõem o modelo, bem como pela descontinuidade de materiais de origem na gênese de alguns solos, ou mesmo por não contemplar aspectos relacionados à atividade humana na gênese dos solos. Apesar disto, em um processo contínuo de construção de conhecimento, este modelo se tornou a base conceitual para o ensino e interpretação dos processos pedogenéticos, sendo aplicado até hoje nas principais instituições de ensino e pesquisa relacionadas à ciência do solo.

Um instrumento aplicado a diversos campos de conhecimento, para fins de armazenamento e transferência de conhecimento é a classificação ou taxonomia. Portanto, pode se compreender a classificação como um processo de organização de indivíduos em grupos que são organizados a partir de afinidades ou semelhanças encontradas entre os indivíduos. Este agrupamento é fundamental para que se organize o conhecimento acumulado sobre determinado tema, além de auxiliar na identificação de lacunas ainda existentes. Acredita-se que os primeiros esforços no sentido de organizar/classificar os mesmos estejam relacionados às organizações humanas mais primitivas, uma vez que aspectos como posição na paisagem, cor do solo, presença de determinadas plantas, facilidade para escavar, frequência de inundações, dentre outros, tenham sido atributos importantes que levaram estas primeiras organizações sociais a diferenciar ou agrupar solos associados a diferentes ambientes.

Certamente o desenvolvimento da agricultura e a dependência cada vez maior desta atividade levaram a um aprimoramento destes sistemas de classificação rudimentares. Na China, por exemplo, há cerca de 4.000 anos estabeleceu-se um sistema de classificação de solos pautado em produtividade agrícola, visando estabelecer alíquotas de impostos diferenciadas. Na atualidade ainda se encontram diferentes

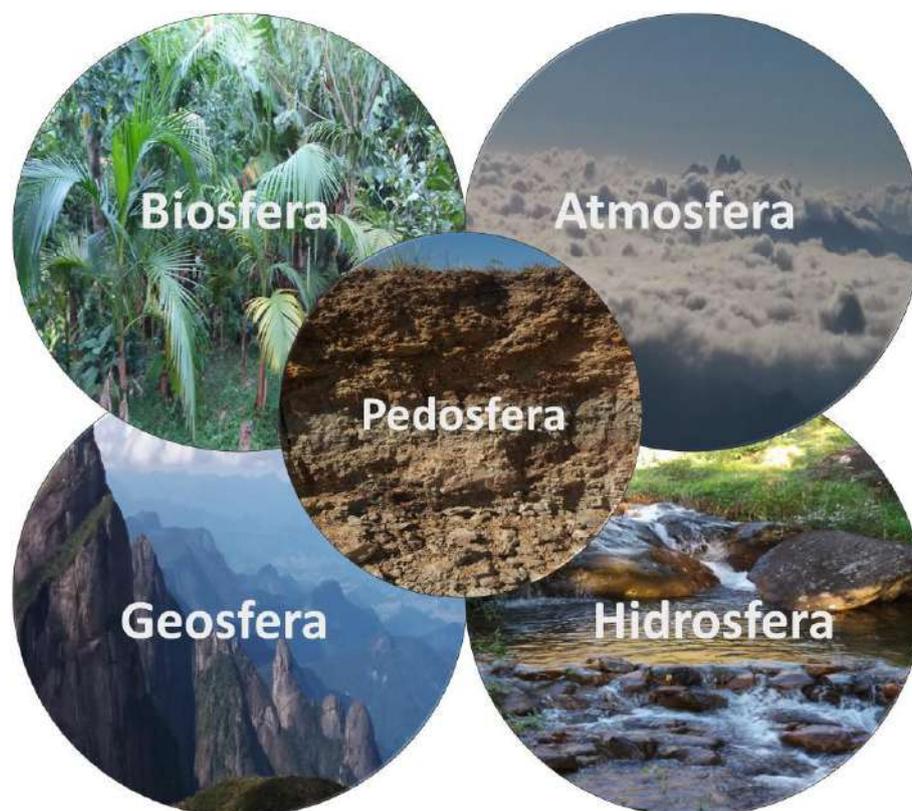
iniciativas de comunidades tradicionais que acabam por organizar a diversidade de solos existente em suas localidades através de nomes regionais tais como: “terra de cultura”, “terra roxa”, “tabatinga”, dentre outros.

Os sistemas de classificação de solos da atualidade estão organizados a partir da seguinte concepção: expressão mais ou menos intensa dos fatores de formação de solo, gerando processos pedogenéticos de maior ou menor intensidade, que definem as características químicas, físicas, biológicas e morfológicas. Estas características parametrizadas são utilizadas para definir horizontes ou atributos diagnósticos que, presentes ou não, agrupam os solos em determinada classe, dentro de um sistema taxonômico (ANJOS *et al.*, 2012).

Os sistemas de classificação de solos podem ser desenvolvidos dentro de uma perspectiva mais abrangente ou mais específica, que visa contemplar com mais detalhes uma determinada área geográfica. Atualmente existem dois sistemas taxonômicos de abrangência mundial: o sistema norte americano (*Soil Taxonomy* - 1999) e o sistema proposto pela *Food and Agriculture Organization of the United Nations* – FAO, denominado *World Reference Base for Soil Resources* (WRB-FAO-2015). Estes dois sistemas, apesar de concepções diferentes e apresentarem uma estrutura hierárquica bem distinta, visam contemplar a variabilidade de solos em nível mundial. No entanto, alguns países desenvolveram seus próprios sistemas de classificação de solos, visando atender as especificidades de seus territórios, sendo o Brasil um destes. Os primeiros trabalhos de levantamento e reconhecimento de solos no Brasil datam da década de 1950, e o esforço de muito pedólogos brasileiros culminou na concepção do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), que teve sua primeira edição publicada em 1999, e atualmente se encontra na 5ª edição (SANTOS *et al.*, 2018).

Existe uma tendência crescente não só na ciência, mas em diversos segmentos da sociedade moderna, de compreender muitos aspectos de uma perspectiva mais integradora, considerando não somente as partes, mas sim o sistema, em uma visão mais holística (do grego – *holos*), sendo necessário compreender tanto as partes quanto o todo. Essa visão parte do pressuposto de que as propriedades de um sistema não podem ser explicadas somente pela soma de seus componentes, mas de que o todo é determinante no comportamento das partes (RESENDE *et al.*, 2012). Trata-se de uma visão antirreducionista que deve ser priorizada pelos estudiosos do solo e da Agroecologia (PRATES JÚNIOR *et al.*, 2016).

Neste contexto, os solos são sistemas abertos de alta complexidade que trocam matéria e energia com os grandes compartimentos do planeta Terra. Como uma das evidências desta interação têm-se uma enorme diversidade de solos (**Pedodiversidade**), que se origina a partir das nuances e da intensidade de trocas entre estes sistemas, materializando-se nas características dos solos, como testemunhos incontestáveis deste diálogo sistêmico. O solo ou a **Pedosfera** é, portanto, o ambiente de interface onde se conectam com maior intensidade a Hidrosfera, a Atmosfera, a Geosfera e a Biosfera (Figura 2). Se considerarmos este aspecto percebendo a importância estratégica deste ambiente de interface, que merece maiores estudos e estratégias para conservação, pois nenhum outro sistema no planeta expressa de forma tão plena este caráter integrador.



**Fonte:** Autores.

**Figura 2.** A Pedosfera é a camada do planeta Terra que apresenta interface mais direta com os demais conjuntos: Biosfera, Atmosfera, Geosfera e Hidrosfera.

### **Pedodiversidade no contexto rural e urbano**

O conhecimento sobre a variabilidade dos solos é essencial para a utilização mais racional e eficiente da paisagem, conforme preconizado pela Agroecologia, pois além de refletirem condições ambientais expressas pelos processos pedogenéticos, servem como parâmetro para o planejamento do uso. Além disso, é útil para prever impactos de atividades humanas, podendo estabelecer estratégias de manejo para reparar e minimizar as ações antrópicas. Deste modo, a ampliação do entendimento da pedodiversidade é de fundamental importância para a Agroecologia e estratégias de manejo de sistemas agroalimentares mais sustentáveis.

O padrão de ocorrência de diferentes solos depende da coexistência e inter-relação dos fatores de formação dos solos. Uma maneira dinâmica para entender esta relação e, conseqüentemente, a formação e atributos dos solos, é partir do pressuposto de que o solo é resultado da atuação do clima e organismos sob um determinado material de origem, em que o tempo de atuação é determinado pelo relevo (SCHAETZL, ANDERSON, 2005). Neste contexto, é possível entender porque regiões diferentes apresentam assembleias de solos diversas, pois a pedodiversidade está intimamente ligada à variabilidade de cada um destes fatores.

No contexto rural, o solo apresenta-se como recurso natural de importância sumária para o desenvolvimento de atividades agrícolas. É nele que as plantas encontram os nutrientes e água, necessários para sua sobrevivência e reprodução. Também é de acordo com o solo a ser utilizado que o agricultor define questões chave para o desenvolvimento de sua atividade, tais como tipo de manejo, culturas, tecnologias, etc.

No Brasil contamos com um sistema taxonômico conhecido como Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS *et al.*, 2018), em que são reconhecidas 13 ordens de solos no primeiro nível categórico. Nesse nível, os solos são agrupados de acordo com a presença/ausência de propriedades (atributos ou horizonte diagnósticos) que podem ser identificadas em campo (ANJOS *et al.*, 2012). A pergunta que os leitores podem estar fazendo nesse momento é: Por que classificar a pedodiversidade? Em uma abordagem direta e didática enfatiza-se que por meio da classificação amplia-se o conhecimento sobre potenciais e limitações de uso do solo, permitindo maior assertividade, uma vez que é possível prever seu comportamento, bem como possibilita a troca de informações técnicas entre os estudiosos. Algumas características marcantes das ordens de solo brasileiras são listadas no Quadro 1.

**Quadro 1.** Ordenação de solos em primeiro nível categórico, e suas principais características de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS *et al.*, 2018).

Ordem	Principais características
<b>Argissolos</b>	Processos de translocação de argila para subsuperfície, resultando em diferenças texturais entre horizontes; podem ser de baixa ou boa disponibilidade de nutrientes
<b>Cambissolos</b>	Ordem mais heterogênea do sistema devido ao pouco desenvolvimento pedogenético, variando seus atributos de acordo com o material de origem
<b>Chernossolos</b>	Boa estruturação e alta disponibilidade de nutrientes em superfície, presença de argilominerais de atividade alta
<b>Espodossolos</b>	Essencialmente arenosos, ácidos, de baixa fertilidade natural com translocação e acúmulo de compostos organominerais em profundidade
<b>Gleissolos</b>	Saturação por água sazonal ou perene, cores acinzentadas com ou sem mosqueados e de fertilidade natural variável
<b>Latossolos</b>	Solos muito desenvolvidos e homogêneos, bem estruturados, profundos, ácidos, bem drenados, e com baixa disponibilidade e retenção de nutrientes
<b>Luvissolos</b>	Processos de translocação de argila para subsuperfície, boa disponibilidade de nutrientes e presença de argilominerais de alta atividade
<b>Neossolos</b>	Solos pouco desenvolvidos, rasos e/ou ausência de horizonte B (estruturação), têm contato com a rocha, ou cascalhentos, ou alternância de horizontes com diferentes materiais, ou constituídos predominantemente por areia (quartzo)
<b>Nitossolos</b>	Solos bem estruturados com presença marcante de cerosidade, essencialmente argilosos, e geralmente de boa fertilidade natural
<b>Organossolos</b>	Altos teores de matéria orgânica, cores bem escuras, ácidos, baixa disponibilidade de nutrientes, associados a regiões frias ou mal drenadas
<b>Planossolos</b>	Mudança textural abrupta, cores acinzentadas, mal drenados, problemas de toxidez por excesso de sódio
<b>Plintossolos</b>	Solos com algum impedimento à drenagem ou excesso de umidade sazonal, podendo ocorrer horizontes com cascalho em mais de 50 % de volume, ácidos, baixa fertilidade natural
<b>Vertissolos</b>	Solos com altos coeficientes de expansão/contração exibindo expressivo fendilhamento e superfícies de fricção (slickensides) devido a predominância de argilominerais de alta atividade

Em um mesmo nível hierárquico da taxonomia, apesar de certa heterogeneidade para alguns atributos, as comparações são possíveis. A velocidade de infiltração e o tempo de permanência de água (e seus solutos), bem como a capacidade de retenção/troca de cátions (nutrientes) em um Espodossolo e em um Nitossolo, por exemplo, são muito diferentes. No Espodossolo a água com nutrientes (solução do solo) movimenta-se muito mais rápido até o lençol freático quando comparado ao Nitossolo. Este fato se deve à sua constituição essencialmente arenosa que, além de apresentar maior predominância de poros maiores, condiciona menor quantidade de cargas elétricas às suas partículas, pela sua menor superfície específica, tendo como consequência menor retenção de água e nutrientes (RESENDE, 2019b). Isto tem implicações diretas para o manejo do agroecossistemas e conservação dos solos, de modo que o campo da Agroecologia precisa dominar esse conhecimento, visando provocar o mínimo de impacto negativo aos agroecossistemas.

Outro exemplo é a susceptibilidade a erosão de um Latossolo em relação a um Argissolo. No Argissolo há uma descontinuidade de velocidade de infiltração de água, provocado pela diferença de quantidades argila entre horizontes A e B (e consequente diferença na relação macro/micro poros). Isto, torna mais susceptível à erosão do horizonte A (superficial) do que no Latossolo, que apresenta maior homogeneidade morfológica ao longo do perfil de solo. Neste caso, muitos agricultores consideram os Argissolos como "terra fraca", o que aumenta a necessidade de intensificar práticas conservacionistas.

No primeiro nível categórico alguns atributos variam consideravelmente dentro da mesma ordem. Os Latossolos, por exemplo, podem apresentar textura variada (desde 15 a 80 % de argila), e diferentes teores de ferro em sua constituição, atributos que fazem diferença na utilização dos mesmos, pois influenciam na capacidade de retenção de água, retenção de nutrientes, comportamento físico-hídrico, entre outras qualidades (KER, 1997). Dentre os Plintossolos coexistem solos bem drenados, em que mais de 50 % de seu volume é constituído por cascalhos (petroplintita), com solos imperfeitamente drenados, sem petroplintita, que a depender da profundidade de oscilação do lençol freático podem ser utilizados para determinados cultivos, enquanto nos primeiros a utilização é menos recomendada. Para informações mais detalhadas, é necessário que se avance para os níveis categóricos subsequentes (subordens, grandes grupos, e subgrupos), agregando mais informações ao nome de determinado solo.

Características morfológicas do solo servem de base para diversas inferências sobre seu comportamento. Essas inferências são possíveis tanto por parte de pesquisadores e técnicos, quanto por agricultores, que detêm conhecimento empírico da lida diária e experiência acumulada ao longo dos anos. Este aspecto é contemplado pelos estudos da Etnopedologia, ciência que se relaciona com a Agroecologia, ao estudar e valorizar o conhecimento de comunidades tradicionais não provenientes de estudos acadêmicos sobre solos.

A cor do solo é a característica mais facilmente percebida. Sua expressão varia de acordo com a constituição e granulometria dos solos, sendo determinada principalmente pelos minerais da fração argila e teores de matéria orgânica (RESENDE *et al.*, 2014). Horizontes com cores escuras, tendendo a preto, normalmente apresentam maiores teores de matéria orgânica, e geralmente são bem estruturados, com boa porosidade, contam com atividade intensa da biota do solo e são menos densos (SCHAETZL, ANDERSON, 2005). Solos com cores pálidas, de esbranquiçadas à acinzentadas com ou

sem presença de mosqueados, indicam ambientes mal drenados onde existe a permanência de água sazonal ou durante todo o ano (SANTOS *et al.*, 2018). Cores vermelho-escuras muito vivas indicam altos teores de hematita (óxido de ferro) na fração argila do solo, que podem indicar maior adsorção específica de fósforo e/ou material de origem com maiores reservas de nutrientes e micronutrientes (rochas máficas) (RESENDE *et al.*, 2019a).

A textura também é um atributo que tem extrema importância no contexto agrícola. Solos arenosos apresentam alta permeabilidade e dificilmente trarão problemas em relação à deficiência de oxigênio para as plantas, porém, têm baixa capacidade de retenção de água e nutrientes, tendo como consequência a falta de água em períodos de veranico, e necessidade de adubação parcelada e/ou em maiores quantidades (RESENDE *et al.*, 2019b). Por outro lado, solos muito argilosos, que geralmente apresentam características opostas às mencionadas, apresentam menor faixa de umidade para preparo do solo, maior propensão a compactação, e maior dureza quando seco. Quando a fração predominante é o silte, há entupimento dos poros do solo podendo gerar encrostamento e maiores taxas de erosão (VAN BREEMEN, BUURMAN, 2002).

Muitas destas constatações feitas através de estudos científicos por pesquisadores, sempre foram percebidas pelos agricultores que lidam com a terra, e são transmitidas através das gerações. Em relação à textura, a sensação ao tato nos dá indicações sobre a predominância de areia, silte ou argila. Quanto a cor o simples contato visual nos permite inferências, em nível exploratório, porém com algum grau de precisão.

Quando pensamos no contexto urbano, a consciência da pedodiversidade também é fator chave para o melhor estabelecimento das cidades e populações urbanas. Em alguns países temperados existem solos com camadas subsuperficiais congeladas (*permafrost*), que com a oscilação da temperatura global podem descongelar ou aumentar sua frente de congelamento, causando movimentações físicas que comprometem as edificações e infraestrutura urbana (ANISIMOV, RENEVA, 2006; GREBENETS, UKHOVA, 2008). Quanto à estabilidade de edificações, no Brasil temos os Vertissolos que são solos que tem como característica um excessivo fendilhamento, resultado de movimentos de contração e expansão dos minerais de argila, conforme decorrem ciclos de umedecimento e secagem no solo (SANTOS *et al.*, 2018). Também não são aconselháveis para obras de construção civil, pois não apresentam a estabilidade desejada. Pensando por este aspecto, felizmente são solos com pouca expressividade no nosso território.

Cidades litorâneas necessitam de um cuidado maior quando o assunto é variabilidade de solos. Alguns solos apresentam características tiomórficas, resultante de ciclos de redução e oxidação de sulfetos e sulfatos, trazidos pelos oceanos e geralmente encontrados no lençol freático de zonas costeiras. Esse processo resulta em valores de pH do solo e da água muito baixos, ocorrendo valores próximos de 3, o que é excessivamente ácido tanto para consumo humano quanto para qualquer atividade agrícola, dificultando assim sua utilização para abastecimento de água.

Fazendo um apanhado sobre suas características e variabilidade de classes, percebe-se como o solo tem papel importante no estabelecimento das atividades humanas, seja no contexto urbano ou rural, assim como o quão é importante conhecer a sua diversidade. Em situações em que não há intervenção humana, em escala local é possível correlacionar a diversidade de solos com a biodiversidade e a distribuição de

fitofisionomias ao longo da paisagem, pois diferentes pedoambientes condicionam diferentes estratégias adaptativas para que os ecossistemas se estabeleçam.

### **Conservação do solo e Agroecologia**

A degradação dos solos é um dos assuntos mais preocupantes no século atual, visto que esse processo contribui para o mau funcionamento de diversos serviços ecossistêmicos que este bem natural fornece ao ambiente e aos seres humanos. Destacam-se como serviços ecossistêmicos do solo: suporte para vegetação, fonte de nutrientes e água para as plantas, atuação como estoque de carbono, abrigo para uma grande diversidade de organismos vivos, funcionam como uma caixa d'água e filtro de grande importância para o funcionamento do ciclo hidrológico e retenção de poluentes, dentre outras funções.

Apesar de todas essas atribuições os solos têm passado por um acelerado processo de degradação. Estima-se que mais de 30 % dos solos mundiais encontra-se em estágios de degradação e que ameaças como erosão, compactação e perda da matéria orgânica, entre outras formas de degradação, atingem quase um terço das terras do planeta (FAO, 2015), situação que trazem alertas para a humanidade. A troca de nutrientes e água entre as raízes das plantas e o solo, conjugado ao processo fotossintético, a qual é atribuída aos organismos clorofilados, são os processos mais importantes para a manutenção da vida na terra (LEPSCH, 2011). Ambos os processos estão associados à produção de alimentos, fibras e madeira - produtos que a cada ano tem uma maior demanda pela população mundial e estão presentes no dia a dia das pessoas. Dessa forma, se o solo é degradado, conseqüentemente suas funções serão prejudicadas e a realização desses serviços será comprometida.

As causas de processos de degradação do solo estão relacionadas a diversos fatores, podendo variar em intensidade e velocidade, o que dependerá dos atributos do solo, do clima, do relevo e a forma com que o solo vem sendo utilizado, sendo que a degradação pela erosão é a mais preocupante (LEPSCH, 2011). Práticas como o desmatamento e queima da vegetação nativa, uso intensivo de maquinários, uso indiscriminado de agroquímicos, mineração e super-pastejo destacam-se como formas que levam a aceleração dos processos de degradação.

Ao destacarmos o super-pastejo com uma forma de uso que pode levar a aceleração de processos erosivos no solo. No estado de Minas Gerais, por exemplo, que possui de cerca de 18,5 milhões de hectares de pastagens (ABIEC, 2019), estima-se que 75 % dessas áreas encontram-se em estágio moderado ou fortemente degradado, o que reflete na redução da produtividade e rentabilidade dessa atividade (MAPA, 2015). As áreas de pastagens degradadas aceleram processos erosivos, contribuem para a perda dos horizontes superficiais, que são os mais férteis em solos tropicais pela maior presença de matéria orgânica, e em casos extremos chega-se à exposição do horizonte C, tornando a recuperação dessas áreas mais difícil e onerosa (RESENDE *et al.*, 2014). Outro aspecto que vale ser destacado com relação às pastagens degradadas é a dificuldade de infiltração da água das chuvas nestas áreas. Este fato prejudica significativamente a recarga hídrica das bacias hidrográficas, bem como potencializa os processos erosivos, pois como a água não infiltra no solo, a mesma acaba por escoar superficialmente removendo volumes consideráveis de solo, culminando no assoreamento dos cursos d'água.

No Brasil, os biomas da Amazônia e do Cerrado são os que mais vêm sofrendo com o desmatamento na atualidade e isso tem afetado diretamente os processos erosivos no solo, pois essa prática muita das vezes é seguida de queima para limpeza da área e o solo torna-se exposto. No período de 1988 a 2017 foram desmatados aproximadamente 42.860.000 ha da Amazônia Legal (INPE, 2018), já o bioma Cerrado perdeu 88 milhões de hectares (46 %) de sua cobertura original e apenas 19,8 % permanecem inalterados. Entre 2002 e 2011, as taxas de desmatamento no Cerrado (1 % ao ano) foram 2,5 vezes maiores do que na Amazônia (STRASSBURG *et al.*, 2017). Somente no biênio 2013-2015 cerca de 1.896.200 hectares de áreas do Cerrado foram desmatados (INPE, FUNCATE, 2017), sendo que a maior parte do desmatamento ocorreu na região conhecida como MATOPIBA, composta pelos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, uma área recente de expansão do agronegócio brasileiro (SPERA *et al.*, 2016).

Tanto a prática do desmatamento quanto a utilização de pastagens mal manejadas, são exemplos que acarretam a exposição dos solos a processos de degradação. Isso acaba expondo-os a um desgaste, que conforme destacado por Lepsch (2011), o processo de formação do solo que levou milhares de anos para ser construído pela ação da natureza, vem sendo destruído em poucos anos pela ação do ser humano.

Assim, a conservação e a recuperação de solos degradados são atividades cada vez mais demandadas, porém a depender do grau de degradação, essa atividade torna-se mais onerosa em termos técnicos e financeiros, ampliando a necessidade de se caminhar rumo à conservação e restauração. Assim, em estágios avançados de degradação muitos agricultores preferem abandonar a área e abrir uma nova, muitas vezes por meio de desmatamento e queima da vegetação nativa, o que acaba agravando ainda mais o problema. Além disso, compromete toda a biodiversidade das áreas desmatadas e contribui para o aumento das emissões de gases do efeito estufa.

A conservação dos solos é fundamental para a sustentabilidade, existindo várias técnicas de manejo que buscam sua preservação, sendo o manejo agroecológico do solo uma delas. O manejo agroecológico se baseia em alguns pontos fundamentais, dentre os quais podemos destacar: solos bem estruturados e que favoreçam a biodiversidade, além de cobertos, estando assim protegidos contra agentes externos (PRIMAVESI, 2008; PEDROSA *et al.*, 2015), tais como chuvas fortes, radiação solar direta e vento - enquanto mantém temperaturas e teores de umidade mais adequados às plantas.

A qualidade do solo pressupõe a presença de variadas formas de organismos interagindo entre si e com os componentes minerais e orgânicos do solo (PRIMAVESI, 2008). São esses organismos que compõem o compartimento vivo do solo e participam da ciclagem de nutrientes por meio de processos de mobilização e mineralização da matéria orgânica, sendo essenciais para a disponibilização de nutrientes para as plantas e para o processo de estruturação do solo. Como exemplo de microrganismos importantes para a qualidade dos solos, temos os fungos micorrízicos arbusculares (FMA), que liberam a glomalina, glicoproteína de grande importância na agregação de partículas dos solos (CARDOSO *et al.*, 2021).

A manutenção de grande diversidade de plantas em uma mesma área, como é observada nos diferentes ecossistemas naturais é uma estratégia da natureza para construir maiores níveis de estabilidade na produção biológica (PRIMAVESI, 2008). Essa estratégia pode e vem sendo utilizada com êxito em sistemas agroecológicos de produção, visando criar agroecossistemas mais resilientes e sustentáveis, preservando o

solo e a vida contida nele. A rotação de culturas, a adubação verde, os policultivos e os sistemas agroflorestais, são exemplos de práticas de manejo do solo que buscam aproximar os agrossistemas dos ecossistemas naturais, sistemas estes que vem se mostrando eficientes para contribuir com uma maior biodiversidade nos solos (PRATES JÚNIOR *et al.*, 2019), trazendo assim, inúmeros benefícios para a qualidade dos alimentos, a exemplo do café e, conseqüentemente para a saúde dos consumidores e do ambiente (PRATES JÚNIOR *et al.*, 2020).

Para a proteção do solo contra agentes externos; tais como: luz, água e vento, o solo deve permanecer coberto a maior parte do tempo (PRIMAVESI, 2008). Práticas como o uso de cobertura morta e a utilização de árvores consorciadas com culturas agrícolas de interesse, são opções viáveis que tem sido cada vez mais utilizada. Moreira *et al.* (2018) indicaram o favorecimento do microclima do solo, com aumento da produtividade e possíveis impactos positivos frente as mudanças climáticas globais sobre a cultura do café quando a mesma se encontra em sistema de consórcio. Uma vez que o solo está protegido fica menos suscetível a variações do microclima, processos erosivos, como a erosão hídrica e eólica, a primeira ocasionada pelo impacto da gota de chuva, que desagrega as partículas do solo, posteriormente removidas pelo escoamento superficial, e a segunda pelo carreamento de partículas finas de solo através do vento.

Todos esses pontos destacados implicam no conceito de conservação dos solos, pois permitem que o solo mantenha uma boa estrutura, ao serem protegidos, e tenha suas funções preservadas. Práticas de caráter mecânico, como o plantio em nível e construção de terraços também se destacam na conservação dos solos (LESPH, 2011), pois minimizam o escoamento superficial da água, facilitando sua infiltração.

Em situações em que o solo se encontra degradado se faz necessário sua recuperação. Para isso existem diversas práticas que podem ser adotadas. Tais práticas podem ser adotadas em longo, médio ou curto prazo (WADT *et al.*, 2003). No caso de áreas agrícolas ou pastagens com alto grau de degradação é recomendado, por exemplo, o isolamento da área e a interrupção das atividades, com isso a área em um longo prazo pode recompor sua vegetação natural e com o passar do tempo ir estabelecendo suas funções iniciais, antes perdidas pelo manejo inadequado do solo (WADT *et al.*, 2003).

Como estratégia de recuperação em médio prazo, a utilização de sistemas integrados, como a integração lavoura-pecuária-floresta e os sistemas agroflorestais são uma opção (WADT *et al.*, 2013). Esses sistemas possibilitam a recuperação de áreas em um menor tempo, além de gerar renda para o produtor. Em curto prazo, medidas voltadas para a correção da acidez do solo, recomposição da fertilidade e aumento do teor de matéria orgânica, são utilizadas. Para isso, são utilizadas a calagem, adubos químicos e/ou orgânicos e o cultivo de leguminosas. Em casos de danos físicos do solo, como a compactação, uma medida de recuperação de curto prazo que pode ser adotada é a subsolagem para a descompactação de camadas mais profundas do solo por meio do revolvimento da camada adensada (FERNANDES *et al.*, 2012).

Nesse cenário, práticas que possibilitam o estabelecimento de agrossistemas mais biodiversos são o caminho para a conservação e recuperação dos solos mundiais, e são à base da produção agroecológica de alimentos. A Agroecologia busca a sustentabilidade ecológica dos sistemas produtivos, buscando minimizar os impactos ambientais das atividades agropecuárias, bem como preservar os ecossistemas naturais que os rodeiam. Esta abordagem cria um cenário ecologicamente correto, socialmente justo e economicamente viável, visto que ao se incorporar princípios funcionais dos

sistemas naturais em áreas produtivas, é possível produzir os recursos necessários às atividades humanas com um impacto reduzido em bens naturais como solo, água e biodiversidade.

### Considerações finais

O solo é um dos recursos naturais mais importantes para a humanidade, visto que está atrelado diretamente a aspectos essenciais à manutenção da biodiversidade e de nossa sociedade. Ao longo dessa trajetória, muito conhecimento foi acumulado e atualmente temos uma responsabilidade ainda maior de preservar este bem natural. Neste contexto, a popularização do conhecimento sobre solos, bem como o maior entendimento de suas fragilidades e potencialidades, é de grande relevância, uma vez que estes aspectos se relacionam diretamente com a forma e intensidade de ocupação do solo nos contextos rural e urbano.

O entendimento da funcionalidade, bem como o aperfeiçoamento do uso e manejo dos solos, pode resultar em boa parte das soluções que necessitamos para os problemas socioambientais e econômicos que a sociedade moderna enfrenta. Desta forma, são importantes a manutenção e a melhoria da qualidade dos solos, o que resulta do equilíbrio entre as características físicas, químicas e biológicas dos mesmos, sendo amplamente influenciada pelos diferentes usos, que podem acarretar degradação ou conservação.

As práticas agroecológicas aplicadas ao manejo dos solos são favoráveis ao incremento nos teores de matéria orgânica, ciclagem de nutrientes, manutenção da cobertura e biodiversidade do solo. Dentre outras, promovem melhorias na disponibilidade de nutrientes, favorecem a estruturação e porosidade dos solos, o que favorece a melhoria das áreas de cultivo e a infiltração de água. Consequentemente estas práticas têm papel fundamental na manutenção dos serviços ecossistêmicos prestados pelos solos, contribuindo assim para a qualidade de vida e o bem-estar humano.

### Referências

ANISIMOV, O.; RENEVA, S. Permafrost and changing climate: the russian perspective. **A Journal of the Human Environment**, v. 4, n. 35, p. 169-175 2006.

ANJOS, L. H. C. *et al.* Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. *In*: KER, J. C. *et al.* (ed.) **Pedologia: Fundamentos**. 1ª ed. Viçosa, SBCS, 2012. cap. 8, p. 303-343.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES - ABIEC. BeefREPORT. **Perfil da Pecuária no Brasil**. 2019.

CARDOSO, E. B. *et al.* Glomalina: características, extração e quantificação. *In*: PRATES JÚNIOR *et al.* (org.) **Micorrizas arbusculares: conceitos metodologias e aplicações**. Viçosa: SBCS, 2021. cap. 4, p. 69-76.

DECAËNS, T. Macroecological patterns in soil communities. **Global Ecology Biogeography**, v. 19, p. 287-302. 2010.

FERNANDES, A. L. T., SANTINATO, F., SANTINATO, R. Utilização da subsolagem na redução da compactação do solo para produção de café cultivado no Cerrado Mineiro. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 15, p. 1648-1656, 2012.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **Status of the World's Soil Resources**. Rome, 2015.

GREBENETS, V. I.; UKHOVA, Y. A. Reduction in geotechnical reliability under degradation of permafrost conditions of sub-bases. **Foundations, and Soil Mechanics**, n. 5, 2008. p. 24-28.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. 2018. **Taxas anuais de desmatamento na Amazônia Legal**. Projeto PRODES. Monitoramento da Floresta Amazônia Brasileira por Satélite. Disponível em <http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes>. Acesso em: 20 abril 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE; Funcate. 2017. Ministério do Meio Ambiente. **Dados de antropização: Cerrado entre 2013-2015**. Disponível em: <<http://combateadodesmatamento.mma.gov.br/analises-no-cerrado>>. Acesso em: 12 novembro 2019.

KAMPF, N.; CURTI, N. Conceito de solo e sua evolução histórica. *In*: KER, J. C. *et al.* (ed.) **Pedologia: fundamentos**. 1ª ed. Viçosa: SBCS, 2012. cap 1, p. 1-20.

KER, J. C. Latossolos do Brasil: uma revisão. **Geonomos**, v. 5, n. 1, p. 17-40, 1997.

KER, J. C. *et al.* **Pedologia: fundamentos**. 1ª ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2012.

LEPSCH, I. F. **19 Lições de Pedologia**. 1ª Edição, Oficina de Textos. São Paulo. 2011.

MINISTÉRIO DE AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. **Estado da arte das pastagens em Minas Gerais**. Brasília, DF, 2015.

MOREIRA, S. L. S. *et al.* Intercropping of coffee with the palm tree, macaúba, can mitigate climate change effects. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 256-257, p. 379-390, 2018.

NOVAIS, R. F. *et al.* **Fertilidade dos Solos**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007.

PRATES JÚNIOR, P. *et al.* Agroecologia: reflexões teóricas e epistemológicas. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.11, n. 3, 2016.

PRATES JÚNIOR, P. *et al.* Agroecological coffee management increases arbuscular mycorrhizal fungi diversity. **PLoS ONE**, v. 14, n.1, p. e0209093, 2019.

- PRATES JÚNIOR, P. *et al.* Soil microorganisms and quality of the coffee beverage. *In*: PEREIRA, L. L.; MOREIRA, T. R. (Eds.). **Quality Determinants In Coffee Production**. Springer Nature, 2020. cap. 3, p. 101-147.
- PEDROSA, M. V. B. *et al.* Importância ecológica dos microrganismos do solo. **Enciclopédia Biosfera**, v. 11 n. 22, p. 100-114, 2015.
- PRIMAVESI, A. M. Agroecologia e manejo do solo. **Agricultura**, v. 5, p. 4, 2008.
- RESENDE, M. R. *et al.* Princípios da classificação dos solos. *In*: KER, J. C. *et al.* (ed.) **Pedologia: Fundamentos**. 1ª ed. Viçosa, SBCS, 2012. Cap. 2, p 21-46.
- RESENDE, M. R. *et al.* **Pedologia: Base para distinção de ambientes**. 6ª ed. Lavras, Ed. UFLA. 2014.
- RESENDE, M. *et al.* **Da rocha ao solo: enfoque ambiental**. 1ª ed. Lavras, Ed. UFLA. 2019a.
- RESENDE, M. R. *et al.* **Pedologia, fertilidade, água e planta: inter-relações e aplicações**. 1ª ed. Lavras, Ed. UFLA. 2019b.
- SANTOS, H.G. *et al.* EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5ª ed. – Brasília, Embrapa. 2018.
- SCHAETZL, R.; ANDERSON, S. **Soils: genesis and geomorphology**. New York, Cambridge University Press. 2005.
- SOIL SURVEY STAFF. **Soil Taxonomy: A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys**. 2ª ed. Natural Resources Conservation Service. US Department of Agriculture Handbook 436, 1999.
- SPERA, S.A. *et al.* Land-use change affects water recycling in Brazil' s last agricultural frontier. **Global Change Biology**, v. 22, p. 3405-3413 2016.
- STRASSBURG, B. B. N. *et al.* Moment of truth for the Cerrado hotspot. **Nature Ecology & Evolution**, n. 0099, 2017.
- VAN BREEMEN, N.; BUURMAN, P. **Soil formation**. 2nd edition. Kluwer academic publishers, Dordrecht, The Netherlands. 2002.
- WADT, P. G. S. *et al.* **Práticas de conservação do solo e recuperação de áreas degradadas**. Embrapa. Rio Branco. 2003.
- WRB-FAO. **World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015 International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps**. World Soil Resources Reports No. 106. FAO, Rome. 2015.

# CAPÍTULO 15

## PLANTAS MEDICINAIS: TRATAMENTOS NATURAIS E PRÁTICAS DE CULTIVO

Saulo Rodrigues Leite Penteado, Edvirges Conceição Rodrigues, Wânia dos Santos Neves e Maira Cristina Marques Fonseca

### Introdução

O uso de plantas medicinais é prática comum desde o início da civilização humana, devido à forte ligação entre o homem e a natureza, a qual era a fonte primária de remédios para a cura dos seus males. Desde a colonização do Brasil, a população tem acesso aos benefícios atribuídos ao uso das plantas medicinais nos tratamentos ou prevenção de enfermidades (BRASIL, 2012; BADKE *et al.*, 2016). Com o avanço do desenvolvimento de medicamentos sintéticos, o uso de plantas para fins terapêuticos foi amplamente substituído por medicamentos alopáticos. Entretanto, o conhecimento sobre o uso de plantas medicinais permaneceu em algumas comunidades e foram passados de geração em geração, fortalecendo o saber tradicional e as formas de uso destas plantas (AMOROZO, 2002).

O uso de plantas medicinais com base no saber popular não se resume apenas às comunidades tradicionais, mas também aos moradores da zona rural, centros urbanos, populações indígenas, etc. Tal conhecimento está presente em diferentes comunidades, não só por se tratar de uma forma natural de tratamento, mas também devido ao alto custo dos medicamentos existentes no mercado e aos efeitos colaterais (PIMENTEL, 2016). O Brasil possui uma sociobiodiversidade riquíssima, englobando etnias indígenas, além de comunidades locais como quilombolas, seringueiros, caiçaras, etc. que detêm valiosos conhecimentos tradicionais associados à biodiversidade, sobre várias espécies nativas e exóticas com importantes propriedades terapêuticas (BRASIL, 2014, SOBRINHO, GUEDES-BRUNI, CHRISTO, 2017).

Atualmente, com a adoção da Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares no Sistema Único de Saúde (SUS), está novamente aberto o portal de acesso ao conhecimento das plantas medicinais. É a oportunidade do renascimento do processo de fusão do saber do povo com o saber do técnico conhecido pela sigla PPPM (Programa de Pesquisas de Plantas Medicinais), cujo desenvolvimento por pesquisadores brasileiros é apoiado pelos Ministérios da Ciência e Tecnologia, da Saúde, do Meio Ambiente e da Agricultura. Esses ministérios estão unindo esforços para a implantação de um Programa de Desenvolvimento de Plantas Medicinais, visando priorizar ações que vão desde o cultivo dessas plantas até a sua comercialização e distribuição, pois todos têm ações ligadas a essa questão e competências específicas (BRASIL, 2006).

Com intuito de relacionar os constituintes bioativos com os seus efeitos

terapêuticos, houve um aumento significativo de estudos científicos sobre plantas medicinais, contribuindo para a credibilidade e a validação científica das informações advindas do saber popular de comunidades tradicionais (CAVALCANTE *et al.*, 2013).

A Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares em Saúde (PNPIC) surgiu em atendimento à crescente demanda da população brasileira pela elaboração de políticas públicas visando à integração de sistemas médicos e recursos terapêuticos aos Sistemas Oficiais de Saúde (BRASIL, 2006). O Programa Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos, instituído em dezembro de 2008, surgiu como uma ferramenta complementar ao uso de plantas medicinais e tem o propósito de inserir, com segurança, eficácia e qualidade, plantas medicinais, fitoterápicos e serviços relacionados à fitoterapia no Sistema Único de Saúde (SUS), buscando promover e reconhecer as práticas populares e tradicionais de uso de plantas medicinais e fitoterapia. Aliado a este Programa do governo federal, foi elaborada em 2008, por meio do Ministério da Agricultura, a Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS (RENISUS) com o propósito de oferecer material vegetal de qualidade e informações corretas sobre indicação, forma de uso, cultivo, colheita, secagem e armazenamento de espécies medicinais para disponibilização no SUS (BRASIL, 2008).

Além da indicação de uso medicinal destaca-se a importância da origem da matéria-prima vegetal utilizada para tratamento de saúde, pois é de grande relevância para a garantia da qualidade e segurança do uso das espécies medicinais. Assim, visando a padronização dos princípios ativos de interesse medicinal, deve-se atentar para todas as etapas anteriores à dispensação: a identificação botânica correta das espécies medicinais, o sistema de cultivo (adubação, irrigação, espaçamento entre plantas, etc.), época e horário ideal de colheita, temperatura de secagem e forma de armazenamento, dentre outros. Todos estes fatores interferem na preservação dos compostos bioativos presentes nas plantas, e, conseqüentemente, na ação terapêutica desejada. Desta forma, os objetivos deste capítulo são descrever a indicação de uso, com base na literatura e em algumas experiências pessoais de tratamentos, bem como as práticas e formas de cultivo de algumas espécies medicinais.

### **Plantas medicinais e indicações de uso para o tratamento e/ou prevenção de doenças**

Quando se faz referência ao uso medicinal de uma planta, é muito importante citar o nome científico, pois o nome vulgar ou popular pode mudar de região para região, e até dentro de uma mesma região, o que pode causar uma confusão com outras plantas de nome popular semelhante e resultar no uso de plantas erradas, tóxicas ou com princípio ativo diferente ao da planta medicinal desejada. Dentre as plantas medicinais mais utilizadas da na região da Zona da Mata mineira e os modos de preparo tradicionais destacam-se:

*Bálsamo-de-Tolu (Myroxylon toluifera)*



**Fonte:** Autores

**Figura 1.** Bálsamo-de-Tolu.

É uma árvore da família *Fabaceae* que tem origem na América do Sul e tem como nome científico *Myroxylon toluifera* ou *Toluifera balsamum*. Não é uma espécie típica do Brasil, mas pode ser encontrada na região Norte do país, como nos estados da Amazônia e Acre (SARTORI, 2015). A comunidade do Paraíso, localizada na zona rural do município de Viçosa- MG, é privilegiada pela biodiversidade, e pode-se encontrar várias espécies de uso medicinal, inclusive o bálsamo-de-tolu (Figura 1). Dentre os nomes populares atribuídos à estas espécies destacam-se os seguintes: caboraíba, cabriúva, caburciba, capriúva, coroíba, pau-de-bálsamo, pau-de-incenso, pau-vermelho, puá.

O bálsamo-de-tolu contém uma resina, de coloração marrom-avermelhada ou marrom-amarelada, extraída através um corte feito na casca da árvore, que é rica em substâncias com propriedades anti-sépticas e expectorantes (BÄHRLE-RAPP, 2007). Esta resina, ou bálsamo, como chamado popularmente em muitas regiões, é indicada popularmente para o tratamento de bronquite, laringite, diarreia, feridas, úlceras e sarna. Como cosmético é utilizado para produção de condicionadores capilares, produtos anticaspa, desodorantes, sabonetes, cremes, loções (SCARDAMAGLIA *et al.*, 2003; HEINRICH *et al.*, 2008).

*Alecrim Pimenta (Lippia origanoides)*

É um arbusto densamente ramificado, 2 a 3 m de altura, com caule quebradiço, folhas muito aromáticas e picantes, flores pequenas, esbranquiçadas e frutos muito pequenos com muitas sementes (Figura 2). É uma espécie medicinal nativa da região do semi-árido nordestino e do Norte de Minas Gerais, e encontrada em países como México, Guatemala, Cuba, Guiana, Venezuela e Colômbia. É conhecida popularmente como: alecrim pimenta, alecrim do Nordeste, alecrim bravo, alecrim grande e estrepa cavalo (VIEIRA, BIZZO, 2010; MATOS, 2002). A atividade antimicrobiana é atribuída ao óleo essencial extraído de suas folhas e flores, o qual é constituído, principalmente, por timol, carvacrol e outros terpenos em menores quantidades (FONSECA *et al.*, 2019). Estes compostos apresentam propriedade antimicrobiana e são utilizados para tratamento de afecções da pele



**Fonte:** Autores

**Figura 2.** Alecrim Pimenta.

e do couro cabeludo, anti-séptica da cavidade oral, podendo também ser utilizada como anti-inflamatório (boca e garganta), analgésico, sedativo e expectorante (MATOS, 2000; VEGA-VELA; SANCHEZ, 2012). Além disso, a planta pode ser utilizada para combater o mal cheiro dos pés, acne, escabiose, caspa e sarna.

### *Babosa (Aloe vera)*

A babosa (*Aloe vera*) é uma espécie de origem mediterrânea, pertence à família *Aloacea* (Figura 3). Possui o caule curto, raízes abundantes, folhas longas, verdes e carnosas e se multiplica por meio de rebentos (BARBOSA, 2009). Tem como nomes



**Fonte:** Autores

**Figura 3.** Babosa.

populares: babosa verdadeira, aloe-de-barbados, aloe-de-curuaça, sendo bastante empregada para fins medicinais e cosméticos (BACH, LOPES, 2007). A babosa é conhecida no mundo inteiro pelas várias propriedades que apresenta. Na Grécia antiga e no Egito essa planta era usada para curar dor de estômago, dores de cabeça, alergias, queda de cabelo, manchas na pele, queimaduras e ferimentos em geral. Os índios nativos sul americanos, a conheciam como varinha de condão celestial, e recorriam frequentemente a essa planta, pois acreditavam que tinha o poder de curar milagrosamente vários problemas de saúde, como distúrbios estomacais, úlceras, inflamações, dores musculares, cicatrizante, alergia e queimaduras.

Em pesquisa realizada por Guerra *et al.* (2008) os autores destacam o uso da babosa na cicatrização de feridas, no tratamento de queimaduras, conjuntivite, dores reumáticas, entre outros. A babosa apresenta propriedades regeneradoras, umectantes, lubrificantes, anti-inflamatórias e nutritivas, além de recuperar tecidos lesados. Dentre os princípios ativos presentes na babosa, destaca-se a mucilagem contida nas folhas, a qual contém glicoproteínas e polissacarídeos complexos (REYNOLDS, DWECK, 1999; LORENZI, MATOS, 2008).

*Erva de Santa Maria (Chenopodium ambrosioides)*



**Fonte:** Autores

**Figura 4.** Erva de Santa Maria.

A erva-de-santa-maria (*Chenopodium ambrosioides*) é uma espécie originária do México, pertencente à família Chenopodiaceae, é encontrada em todas as regiões do Brasil (Figura 4). É conhecida popularmente como: mastruço, matruz, erva formigueira, anserina, mata cobras, erva das lombrigas. Na medicina popular é utilizada para melhorar a digestão gástrica, para prevenir a ocorrência de espasmos no estômago, intestino ou bexiga, para aumentar o fluxo menstrual (SENNÁ, 2015). Seus óleos essenciais contêm propriedades vermífugas, antibióticas, antifúngicas, antioxidantes, anti-inflamatórias e cicatrizantes. Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS) a erva de Santa Maria é um dos remédios tradicionais

mais utilizados no mundo inteiro, principalmente como vermífuga. Atribui-se ao óleo essencial extraído das suas folhas a atividade anti-helmíntica desta espécie medicinal.

*Espinheira-Santa (Maytenus ilicifolia)*

A espinheira santa (*Maytenus ilicifolia*) pertence à família *Celastraceae* e apresenta hábito arbustivo podendo atingir até 5 metros de altura. É originária no Brasil e encontrada principalmente nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. As margens das suas folhas têm espinhos pouco rígidos em sua margem o que, aliado a suas propriedades medicinais, resultou no nome comum “espinheira-santa” (Figura 5). Além desse nome, a planta é conhecida popularmente em diferentes regiões como cancorosa ou cancorosa de sete espinhos, erva cancerosa, espinho de deus, espinheira divina, limãozinho, etc. É uma erva medicinal de grande interesse farmacêutico, e apresenta propriedades medicinais comprovadas através de pesquisas coordenadas pela Central de Medicamentos (CEME) do Ministério da Saúde do Brasil e por diversos pesquisadores.



**Fonte:** Autores

**Figura 5.** Espinheira-Santa.

A espinheira-santa é utilizada no combate da acidez do estômago, gastrite, úlcera gástrica e estomacal. As folhas desta espécie possuem taninos, terpenos, flavonoides, mucilagens, açúcares livres, ferro, enxofre, sódio e cálcio. Atribui-se aos taninos a habilidade de complexação com moléculas e macromoléculas (proteínas), atividade

importante na cura de feridas, queimaduras e inflamações, pois formam uma camada protetora sobre a mucosa ou a pele proporcionando a recuperação (FONSECA *et al.*, 2019). Existem relatos na literatura que *M. ilicifolia* tem se tornado cada vez mais conhecida e usada na medicina natural em outros países como por exemplo os Estados Unidos, onde o extrato de suas folhas vem sendo empregado no tratamento de úlceras, na recomposição da flora intestinal e inibição de bactérias patogênicas, como laxante, para eliminar toxinas através dos rins e pele (LORENZI, MATOS, 2008; MELO *et al.*, 2001).

#### *Cipó-Caboclo (Davilla rugosa)*

É uma espécie trepadeira nativa da Mata Atlântica e de outras regiões do Brasil, seu nome científico é *Davilla rugosa* e pertence à família Dilleniaceae. Dentre os nomes comuns destacam-se: cipó-caboclo, cipó de carijó, cipó capa homem, cipó vermelho, lixa, lixeirinha e folha lixa. As partes utilizadas para fins medicinais são as folhas e as cascas, as quais devem ser colhidas na floração. A espécie é usada como depurativa, contra úlcera, inchaço nas pernas, inflamação nos testículos, edemas, icterícias e afecções hepáticas, e é popularmente conhecida por sua fama de estimulante e afrodisíaca, suas folhas são usadas para inchaço, edemas e úlceras (MORS, RIZZINI, PEREIRA, 2000; MARTINS *et al.*, 2000).

#### *Ginkgo (Ginkgo biloba)*

É conhecida popularmente, principalmente, por seu nome científico, *Ginkgo biloba*, e também por nogueira do Japão, árvore-avenca e *ginkgo*. Pertence à família *Ginkgoaceae*, é natural da Coreia, Japão e China, e pode atingir até 50 metros de altura. É considerada a árvore mais antiga do mundo por serem encontrados relatos de sua existência por mais de 200 milhões de anos. Suas folhas são utilizadas na medicina oriental há muitos séculos, no combate aos radicais livres, promovendo a longevidade, auxiliando na oxigenação cerebral e disfunções cardiopulmonares.

A *Ginkgo* despertou o interesse de pesquisadores após a segunda guerra mundial, por rebrotar do solo destruído, sobrevivendo à radiação em Hiroshima, no Japão. Na Europa (principalmente na França e na Alemanha) e nos Estados Unidos, os extratos de *Ginkgo biloba* estão entre os produtos naturais mais comercializados, indicados para prevenir o envelhecimento, para a memória e as funções cognitivas, bem como no tratamento de labirintite e cefaleias (LUO, 2001). No Brasil o seu uso é recente, sendo indicada principalmente para promover maior circulação sanguínea no cérebro, e no tratamento das disfunções cerebrais, vertigens e para melhorar a concentração e a memória (LORENZI, MATOS, 2008).

*Alfavaca (Ocimum gratissimum)*



**Fonte:** Autores

**Figura 6.** Alfavaca.

relaxante sobre o músculo liso do intestino e o combate de doenças causadas por algumas espécies de fungo do gênero *Candida* (MADEIRA *et al.*, 2002; NAKAMURA *et al.*, 2004).

A alfavaca (*Ocimum gratissimum*) pertence à família Labiatae, é um subarbusto aromático (Figura 6), que pode alcançar até 3 metros de altura, originário da Ásia e África e encontrado em todo o território brasileiro (LORENZI, MATOS, 2008). De acordo com Paton (1992), foram os escravos africanos que trouxeram a alfavaca para o Brasil com o intuito de preservar a medicina tradicional e a planta se adaptou rapidamente ao clima e solo do país. Conhecida popularmente como alfavaca-cravo ou alfavacão, apresenta ação antisséptica sendo indicada no preparo de banhos antigripais para crianças (MATOS, 2000). Apresenta propriedades cientificamente comprovadas, como por exemplo a atividade

*Fisális (Physalis angulata)*

Esta espécie tem como nome científico *Physalis angulata*, sendo conhecida tradicionalmente como camapu, fisalis, juá-de-capote, juá poça, etc (Figura 7). Pertence à família Solanaceae, é uma espécie comum na América do Sul, e no Brasil é encontrada na Amazônia e na Região Sudeste (HUNZIKER, 2001; SOUZA, 2005). É uma planta herbácea, ereta e arbustiva, seus frutos são comestíveis e pode alcançar dois metros de altura (LORENZI, MATOS, 2008). Estudos sobre esta espécie mostraram resultados de suas propriedades farmacológicas, a saber: ação antimicrobiana, analgésica e anti-inflamatória (BASTOS *et al.*, 2008; OSHO *et al.*, 2010). É costume popular o preparo de chás com as folhas, flores ou raízes para o tratamento de diversas doenças como malária, dermatite, reumatismo, asma, gonorreia, diabetes, doenças da pele (como depurativo do sangue) e hepatite.



**Fonte:** Autores

**Figura 7.** Fisális ou Physalis.

### *Urucum (Bixa orellana)*

O Urucum (*Bixa orellana*) é uma árvore perene pertencente à família Bixaceae, possui folhas intercaladas, suas flores são grandes de coloração avermelhadas, dispostas em pendões, o fruto possui muitas sementes e é revestido externamente por espinhos moles. É conhecida popularmente como urucum, urucu, açafroeira-da-terra. É originária da América e cultivada na África, na Ásia e no Brasil. É muito utilizada como planta ornamental, devido a beleza de suas flores, e como condimento e corante natural de alimentos produzidos a partir de suas sementes.

As sementes do Urucum são indicadas no tratamento de afecções intestinais e estomacais, tais como prisão de ventre e constipação intestinal; nas afecções respiratórias, tais como a bronquite e amidalite, no tratamento de anemias e como diurética (LORENZI; MATOS, 2008). O urucum também é utilizado na indústria farmacêutica, cosmética e avícola (HARDER, 2005). Desde os tempos mais remotos, os indígenas brasileiros usam o pigmento extraído do urucum como proteção contra insetos e queimaduras por exposição solar. Na medicina popular, é utilizado na forma de chá, macerados em água fria ou xarope, nos casos de faringite e bronquite.

### *Jaborandi (Pilocarpus microphyllus)*

O jaborandi (*Pilocarpus microphyllus*), pertencente à família Rutaceae, é conhecido popularmente como arruda brava e jaborandi verdadeiro. É uma árvore de pequeno porte que pode atingir até dois metros de altura. Natural da América do Sul e encontrada no norte e nordeste do Brasil, ocorrendo principalmente nas encostas pedregosas entre os estados do Piauí, do Maranhão e na floresta Amazônia. Existem diferentes espécies de jaborandi pertencente ao gênero *Policarpus*, algumas espécies são exclusivas do Brasil (SKORUPA, 2000).

O jaborandi é uma das espécies comerciais mais importantes da flora nativa brasileira por ser a única fonte natural da pilocarpina, princípio ativo utilizado para a contração da pupila em alguns procedimentos cirúrgicos oftalmológicos, e em tratamento de certos tipos de glaucoma, por diminuir a pressão intraocular (PINHEIRO, 2002). Os tupis a chamam de planta que faz babar, pois a pilocarpina age sobre as glândulas salivares e por isso, também é utilizada para pacientes que apresentam boca seca após serem submetidos a tratamentos com radiação (pacientes com câncer, por exemplo). Além disso, a pilocarpina é uma substância muito pesquisada para tratamento de doenças neurodegenerativas como o mal de Alzheimer (SEGURA *et al.*, 2003). No mercado existem produtos contendo jaborandi na sua formulação que prometem combater a queda de cabelos e promover seu crescimento, além de combater a seborreia. Outros constituintes bioativos da planta apresentaram atividade antifúngica, bactericida e cicatrizante (SOUZA *et al.*, 2005). Na medicina popular, é indicado o uso das folhas de cor verde clara de jaborandi para tratamento de afecções reumáticas, artrites, febres, cólicas intestinais e hepáticas, amenorreia e edema pulmonar.

## Práticas de cultivo

No cultivo de qualquer espécie medicinal é muito importante o preparo adequado do solo. O sistema de cultivo orgânico é o mais recomendado, e a adubação orgânica deve ser realizada com base na análise química do solo, antes do plantio para promover melhor desenvolvimento das plantas. Fatores como temperatura, luz e umidade afetam o desenvolvimento das plantas e a produção dos princípios ativos e, por isso, deve haver uma atenção especial em todas as etapas do processo, começando desde o cultivo até o uso da planta para fins medicinais (TUROLLA; NASCIMENTO, 2006; FONSECA *et al.*, 2014). O cultivo de plantas medicinais de pequeno porte também é possível em residências sem quintal, usando como alternativa as hortas verticais ou suspensas, aproveitando pequenos espaços (NEVES; RODRIGUES, 2016). Neste tópico serão descritas informações, com base na literatura, sobre as condições ideais para o cultivo de plantas medicinais, de forma geral.

### *Solo*

O solo para plantio deve ser preparado visando a melhoria das características físicas, como textura e estrutura adequadas, e das características químicas, nutrientes necessários e correção da acidez do solo (pH) de acordo com a necessidade de cada espécie medicinal. Em geral, o preparo do substrato para a produção de mudas é feito com uma mistura de solo e matéria orgânica, como o húmus de minhoca ou esterco. No caso de solos argilosos é necessário acrescentar um pouco de areia para melhorar sua textura. O substrato (solo + adubo orgânico + areia) não deve conter pedras e nem apresentar compactação, para promover o desenvolvimento adequado das raízes.

### *Adubação*

O suprimento de nutrientes, via fertilizantes minerais ou orgânicos, deve ser feito nas quantidades, formas e momentos corretos de acordo com a análise de solo e a exigência nutricional de cada espécie medicinal. Os adubos minerais geralmente são absorvidos de forma mais rápida pelas plantas, na adubação orgânica os nutrientes são liberados de forma mais lenta, ao longo do desenvolvimento das plantas no campo, entretanto deve-se verificar a disponibilidade de material orgânico de origem vegetal e/ou animal. A adubação deve ser realizada antes do plantio e, após cada colheita, geralmente, faz-se uma adubação de cobertura complementar durante o ciclo da cultura.

### *Luz*

A luz é essencial para que ocorra a fotossíntese, e outros fenômenos fisiológicos nas plantas. Por isso, é importante saber quantas horas de luz são necessárias para o melhor desenvolvimento de cada espécie medicinal, desde a germinação das sementes até o ciclo completo de cada cultura. Com exceção de plantas de sombra, de modo geral são necessárias pelo menos quatro a cinco horas de luz solar por dia, para um desenvolvimento adequado das plantas. O sombreamento pode causar estiolamento, aumento na altura e na extensão da parte aérea, das plantas caracterizando mudas de má qualidade (FILGUEIRA, 2008).

### *Irrigação*

A irrigação deve ser realizada sempre que necessária e de acordo com a necessidade de cada espécie medicinal. Tanto a falta de água quanto o seu excesso podem comprometer o desenvolvimento das plantas e causar problemas como o apodrecimento das raízes e morte das plantas. O local de cultivo, seja em recipientes ou em canteiros, deve promover uma boa drenagem para evitar o encharcamento do solo e, conseqüentemente, o apodrecimento da raiz. Destaca-se também a importância da irrigação direcionada às raízes das plantas (irrigação por gotejamento), o que evita o molhamento foliar e a ocorrência de algumas doenças de parte aérea favorecidas por alta umidade, além disso tem-se economia de água e menor necessidade de mão de obra para capina de plantas espontâneas.

### *Condições Climáticas*

As condições climáticas, como chuva e temperatura, são fatores importantes e determinantes no desenvolvimento e adaptação das plantas. As diferenças de temperatura e umidade (volume de chuva), no decorrer do ano, devem ser verificadas e levadas em consideração no momento da escolha das espécies medicinais que se deseja plantar. Muitas informações podem ser obtidas na literatura para cada espécie a ser cultivada e nos rótulos das embalagens de sementes disponíveis no mercado.

### **Formas de preparo e sugestão de uso**

A forma de preparo das plantas medicinais, apesar da ampla divulgação, nem sempre é adequada e isto pode fazer com que ocorra perda dos princípios ativos de interesse terapêutico e, conseqüentemente, não se obtém o efeito medicinal desejado no organismo, podendo até mesmo causar reações indesejáveis (AGRA *et al.*, 2007; PEREIRA *et al.*, 2005).

Além do cultivo adequado visando a padronização dos princípios ativos de interesse, deve-se realizar a colheita na época e horários específicos e proceder a secagem da maneira correta antes de proceder ao preparo dos remédios caseiros e verificar as informações dos possíveis efeitos colaterais das espécies a serem utilizadas (TUROLLA, NASCIMENTO, 2006).

### *Bálsamo-de-Tolú*

- Uso interno do suco
  - Ingredientes: 10 folhas do bálsamo de tolú; 200ml de água filtrada.
  - Modo de preparo: bater no liquidificador e coar.
  - Observação: tomar uma colher de sopa toda manhã.
- Uso tópico da tintura
  - Ingredientes: 1 parte da planta (folha) fresca, 5 partes de álcool de cereais (encontrado em farmácias) e 5 partes de água.
  - Modo de preparo: cortar as folhas e misturar com os outros ingredientes. Colocar em um vidro limpo, fervido e fechado e deixar, por no mínimo 15 dias ao abrigo de luz. Diluir

a (10 %), ou seja, uma parte da tintura para nove partes de água para uso de compressas na parte da pele afetada.

- Uso interno do xarope
- Ingredientes: 200 g de açúcar mascavo ou açúcar cristal, 20 g de folhas do bálsamo de tolu, 500 mL de água.
- Modo de preparo: derreter 200 g de açúcar em uma panela esmaltada ou de vidro (de preferência), acrescentar as folhas e a água, mexer até engrossar (calda grossa), retirar do fogo, esperar esfriar e colocar em um recipiente esterilizado e fechado.
- Observação: tomar três ou quatro colheres ao dia.

#### *Alecrim Pimenta*

- Uso interno do chá (infusão)
- Ingredientes: 1 colher de chá de folhas ou flores de alecrim-pimenta (secas); 1 xícara 200ml de água.
- Modo de preparo: colocar as folhas ou flores numa xícara com água fervente, tampar durante 10 a 15 minutos e coar antes de beber.

#### *Babosa*

- Uso tópico do gel
- Ingredientes: 2 folhas grandes ou 3 folhas pequenas de babosa (aproximadamente 150 gramas); 200 ml de água para cozimento; 2 colheres de óleo de coco.
- Modo de preparo: cozinhar as folhas da babosa em água, bater a babosa cozida formando um gel. Misturar 2 colheres do gel de babosa com 2 colheres de óleo de coco.
- Observações: Passar no couro cabeludo e deixar agir por 15 minutos para tratar queda de cabelo e contra piolho. Passar na pele como cicatrizante ou para tratar queimaduras.
- Uso tópico do sumo
- Ingredientes: folhas de babosa.
- Modo de preparo: cortar as folhas pela base deixando escoar o sumo gosmento. Aplicar o sumo diretamente sobre a pele ou couro cabeludo.

#### *Erva de Santa Maria*

- Uso interno do chá (infusão)
- Ingredientes: 1 medida de uma xícara de café da planta fresca (folhas, flores e sementes); 500 mL de água.
- Modo de preparo: colocar a planta fresca na água fervente; deixar em repouso durante 10 minutos e coar.
- Observação: este chá é indicado para o tratamento de problemas de estômago.

#### *Espinheira-Santa*

- Uso interno do chá (infusão)
- Ingredientes: 1 colher (de chá) de folhas secas de espinheira-santa; 1 xícara de água.
- Modo de preparo: adicionar as folhas de espinheira santa à água fervente, tampar; deixar repousar por cerca de 10 minutos, coar e tomar morno.

- Observação: tomar o chá três vezes ao dia, em jejum, ou cerca de meia hora antes das refeições para tratar azia, dores no estômago e gastrite, e reduzir a acidez no estômago.
  - Uso externo do chá como compressa quente
- Ingredientes: para cada xícara de água usar 1 colher (de chá) de folhas secas.
- Modo de preparo: adicionar as folhas de espinheira santa à água fervente, tampar; deixar repousar por cerca de 10 minutos.
- Observação: para auxiliar no tratamento de eczema, cicatrizes ou acne, aplicar compressas quentes com chá de espinheira-santa diretamente na lesão.

### *Cipó-Caboclo*

- Uso interno do chá (infusão)
- Ingredientes: 2 colheres de sopa de cipó caboclo (Folha); 1 litro de água.
- Modo de preparo: adicionar a água e as folhas da planta em um recipiente, levar ao fogo e deixar ferver durante dez minutos. Apagar o fogo e deixar a mistura em repouso por mais dez minutos. Em seguida, o chá deve ser coado e consumido. Recomenda-se a ingestão de duas a três xícaras ao dia.

### *Ginkgo biloba*

- Uso interno do chá (infusão)
- Ingredientes: 2 colheres (sobremesa) de folhas da planta; 500 mL de água.
- Modo de preparo: colocar a água para ferver; adicionar as folhas, desligar e deixar em repouso por no mínimo 10 minutos e coar antes de tomar.
- Observação: tomar 2 xícaras do chá por dia, após as refeições.

### *Alfavaca*

- Uso interno do chá (infusão)
- Ingredientes: 2 colheres (chá) de folhas (fresca) de alfavaca; 1 xícara (chá) de água.
- Modo de preparo: em uma panela, adicionar a água e levar ao fogo; desligar assim que começar a ferver e acrescentar as folhas de alfavaca, tampar e deixar em infusão por pelo menos 2 minutos, coar e adoçar, se desejar.
- Observação: este chá é indicado para relaxar e aliviar o estresse, para fazer gargarejos para ajudar a aliviar a dor de garganta e para fazer bochecho para auxiliar no tratamento de aftas e estomatites.
  - Uso interno do chá (infusão)
  - Ingredientes: 8 folhas frescas de alfavaca; 1 xícara (chá) de água.
  - Modo de preparo: em uma panela, adicionar a água e as folhas de alfavaca, ferver por 10 minutos, coar e tomar quando esfriar.
  - Observação: este chá é indicado para auxiliar no tratamento de problemas respiratórios
    - Uso externo da pasta
    - Ingredientes: folhas frescas de alfavaca.
    - Modo de preparo: moer as folhas com a ajuda de um pilão.
    - Observação: para tratar cortes, feridas ou picadas de inseto aplicar a pasta no local afetado.

### *Fisális ou Physalis*

- Uso interno do chá (infusão)
- Ingredientes: 20 g da folha fresca ou 10 g do de folha seca; 1 litro de água.
- Modo de preparo: ferver a água, colocar sobre as folhas picadas, tampar durante dez minutos e coar.
- Observação: adultos podem tomar de 4 a 5 xícaras do chá por dia.

### *Urucum*

- Uso interno do chá (infusão)
  - Ingredientes: 10 folhas (seca) de urucum; 1 litro de água.
  - Modo de preparo: ferver as folhas em água por 10 minutos exatos.
  - Observação: consumir três vezes ao dia, de manhã, à tarde e à noite.
- Caso o problema seja no exterior do corpo, faça a mesma receita e aplique de maneira tópica várias vezes ao dia.

### *Jaborandi*

- Uso interno do chá (infusão)
- Ingredientes: 1 colher de sopa de folhas secas ou 2 colheres de folhas frescas; 1 xícara de água
- Modo de preparo: ferver a água, colocar sobre as folhas picadas, tampar por dez minutos e coar.
- Observação: a sugestão de uso é de duas xícaras do chá de jaborandi diariamente.
  - Uso tópico do macerado da folha
- Ingredientes: folhas frescas.
- Modo de preparo: fazer um macerado das folhas com o auxílio de um pilão.

## **Experiência pessoal**



**Fonte:** Autores  
**Figura 8.** Perna Ferida.

Em um tratamento realizado em casa por Saulo Rodrigues Penteadado (primeiro autor deste capítulo para a cicatrização de uma ferida de difícil cicatrização localizada na perna de uma pessoa (Figura 8) foi utilizado argila, jaborandi (*Pilocarpus microphyllus*), urucum (*Bixa orellana*) e babosa (*Aloe vera*).

Tal ferida foi relatada como anteriormente tratada várias vezes com remédios alopáticos e, no entanto, a ferida não cicatrizava. Primeiramente o local da ferida foi higienizado com água e foi colocado um emplasto de argila verde e em seguida foi feito um tratamento natural com creme à base de plantas medicinais, aplicado três vezes ao dia no local. O creme produzido era preparado

diariamente, não sendo seu uso recomendado de um dia para o outro. Por isso eram preparadas pequenas quantidades, de acordo com o tamanho do ferimento. Após dois meses de tratamento diário a ferida estava cicatrizada (Figura 9)

Foi preparada uma tintura da semente (quase madura) do urucum, usando um vidro com capacidade para 100 mL de volume. Nesse recipiente foi colocada semente de urucum até a metade colocando álcool de cereais até atingir a marca de 75 mL do recipiente. O vidro foi fechado onde a mistura foi deixada por um período de 15 dias e em seguida coado. Com o jaborandi foi feito o mesmo procedimento, porém usando as folhas da planta. A folha da babosa foi coletada pela manhã, em seguida extraída o gel, para ser usado junto ao urucum e ao jaborandi.



**Fonte:** Autores

**Figura 9.** Perna cicatrizada.

- Preparo do creme para uso externo

- Ingredientes: tintura da semente de urucum, tintura da folha do jaborandi e gel de babosa.

- Modo de preparo: 1 colher (de sopa) de gel de babosa, 1 colher (de sobremesa) da tintura de urucum e 1 colher (de chá) de tintura de jaborandi. Amassar bem até o gel da babosa dissolver em seguida misturar as tinturas e aplicar no local da ferida, três vezes ao dia. É importante que se tenha os devidos cuidados com a higienização do local da ferida bem como no preparo dos produtos naturais a serem utilizados, para a obtenção de resultados satisfatórios.

### **Considerações finais**

São muitos os desafios encontrados na prática da medicina popular segura, desde o reconhecimento (identificação botânica correta) da espécie medicinal, a forma de preparo e uso, a indicação da dose diária, e a qualidade das plantas medicinais, etc. É muito importante que o uso de plantas para fins terapêuticos seja realizado somente quando suas propriedades medicinais já foram comprovadas cientificamente ou validadas pelos anos de uso comprovado em comunidades tradicionais.

As tecnologias de cultivo (adubação, irrigação, espaçamento entre plantas, consórcio entre culturas, etc), colheita (estádio de desenvolvimento da planta, época e horário adequados) e pós colheita (temperatura de secagem e embalagem) contribuem significativamente para a obtenção de um material vegetal com o teor de princípios ativos padronizados e conseqüentemente para o uso seguro e eficaz das plantas medicinais.

## Agradecimentos

Ao CNPq e à FAPEMIG.

## Referências

AGRA, M. F.; FREITAS, P. F.; BARBOSA-FILHO, J. M. Synopsis of the plants know a medicinal and poisonous in northeast of Brasil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 17, n. 1, p. 114-140, 2007.

AMOROZO, M. C. M. Uso e diversidade de plantas medicinais em Santo Antônio do Leverger, MT, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v. 16, n. 2, p. 189-203, 2002.

BACH, D. B.; LOPES, M. A. Estudo da viabilidade econômica do cultivo da babosa (*aloe vera* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 4, p. 1136-1144, 2007.

BADKE, M. R. *et al.* Saber popular: uso de plantas medicinais como forma terapêutica no cuidado à saúde. **Revista de Enfermagem**, v. 6, n. 2, p. 225-234, 2016.

BÄHRLE-RAPP, M. **Myroxylon balsamum**. *In*: Springer Lexikon Kosmetik und Körperpflege. Springer, Berlin, Heidelberg. 2007.

BARBOSA, C. V. **Avaliação do potencial antineoplásico de plantas medicinais utilizadas como codjuvantes no tratamento do câncer pelos pacientes do CACON/UFAL**. Maceió: UFAL, 2009.

BASTOS G. N. *et al.* *Physalis angulata* extract exerts anti-inflammatory effects in rats by inhibiting different pathways. **Journal Ethnopharmacology**, v. 118, n. 2, p. 246-251, 2008

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Práticas integrativas e complementares: plantas medicinais e fitoterapia na Atenção Básica/Ministério da Saúde**. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. – Brasília: Ministério da Saúde, 2012. – (Série A. Normas e Manuais Técnicos) - (Cadernos de Atenção Básica; n. 31).

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Conselho de Gestão do Patrimônio Genético**. Brasília, 2014. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/patrimoniogenetico/conselho-de-gestao-do-patrimonio-genetico>. Acesso em: setembro. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Relação de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS**. Brasília: 2008.

BRASIL. Portaria nº. 971 de 03 de maio de 2006. Ministério da Saúde. **Política nacional de práticas integrativas e complementares no SUS - PNPIC-SUS: atitude de ampliação de acesso**. Brasília: 2006.

CAVALCANTE, G. M. *et al.* Atividade antimicrobiana de *Artocarpus heterophyllus* Lam. (Moraceae) sobre o desenvolvimento de *Streptococcus pneumoniae* e *Escherichia coli*. **Scientia Plena**, v. 9, p.1-7, 2013.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3.ed. Viçosa, MG: UFV, 2008.

FONSECA, M. C. M. *et al.* Cultivo de plantas medicinais e usos terapêuticos. **Informe Agropecuário**, v. 35, n. 283, 2014.

GUERRA, M. F. L. *et al.* Uso empírico *in natura* de *Aloe sp* em portadores de conjuntivite. **Revista de Enfermagem**, v. 2, n. 1, p. 36-46, 2008.

HARDER, M. N. C. **Efeito do urucum (*Bixa orellana* L.) na alteração de características de ovos de galinhas poedeiras**. Piracicaba: USP-ESALQ. 74 f. (Tese mestrado), 2005.

HEINRICH, M. *et al.* **Fundamentals of Pharmacognosy and Phytotherapy**. Churchill Livingstone, Edinburgh. 2008.

HUNZIKER, A. T.; GENERA SOLANACEARUM: **The Genera of Solanaceae Illustrated, Arranged According to a New System**. Gantner Verlag, Ruggell, Liechtenstein, 2001.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum. 2008.

LUO, Y. Ginkgo biloba neuroprotection: therapeutic implications in Alzheimer's disease. **Journal of Alzheimer's Disease**, v. 3, n. 4, p. 401-7, 2001.

MADEIRA S. V. F. *et al.* Relaxant effects of the essential oil of *Ocimum gratissimum* on isolated ileum of the guinea pig. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 81, p. 1-4, 2002.

MATOS F. J. A. **Plantas medicinais: guia de seleção e emprego de plantas usadas em fitoterapia no nordeste do Brasil**. Fortaleza: UFC. 2000.

MARTINS, E. R. *et al.* **Plantas medicinais**. 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2000.

MELO S. F. *et al.* Caldeira-de-Araújo A, Bernardo-Filho M. Effect of the *Cymbopogon citratus*, *Maytenus ilicifolia* and *Baccharis genistelloides* extracts against the stannous chloride oxidative damage in *Escherichia coli*. **Mutation Research**, v. 496, p. 33-38, 2001.

MORS, W. B.; RIZZINI, C. T.; PEREIRA, N. A. **Medicinal plants of Brazil**. Algonac: Reference Publications, 2000.

NAKAMURA C. V. *et al.* In vitro activity of essential oil from *Ocimum gratissimum* L. against four *Candida* species. **Research in Microbiology**, v. 155, p. 579-586, 2004.

NEVES, W. S.; RODRIGUES, E. C. Construção de hortas em pequenos espaços. **Informe Agropecuário**, v. 37, n. 294, p. 30-42, 2016.

OSHO, A. *et al.* Antimicrobial activity of essential oils of *Physalis angulata* **African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines**, v. 7, n. 4, p. 303-306, 2010.

PEREIRA, N. F., NAKAMURA-PEREIRA, S. M. Contribuição ao estudo de plantas tóxicas e suas antagonistas: erva de rato, a Rubiaceae, *Palicourea macgravi* ST. Hill. **Revista brasileira de farmácia**, v. 87, p. 60-62, 2005.

PIMENTEL, D. D. *et al.* O uso do Noni (*Morinda citrifolia*) por pacientes oncológicos: um estudo bibliográfico. **Revista Ciência & Saúde Coletiva**, v. 5, n. 1, p. 37-44, 2016.

PINHEIRO, C. U. B. Extrativismo, Cultivo e Privatização do Jaborandi (*Pilocarpus microphyllus* Stapf ex Holm. Rutaceae) no Maranhão, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 16, n. 2, p. 141-150, 2002.

REYNOLDS, T.; DWECK A. C. Aloe vera leaf gel: a review update. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 68, p. 3-37, 1999.

SARTORI, A. L. B. *et al.* A revision of the genus *Myroxylon* (Leguminosae: Papilionoideae). **Kew Bulletin**, v. 70, p. 1-12, 2015.

SCARDAMAGLIA, L.; NIXON R.; FEWINGS J. Compound tincture of benzoin: A common contact allergen? **Australasian Journal of Dermatology**, v. 44, p. 180-184, 2003.

SEGURA, T. *et al.* Dianas farmacológicas en las enfermedades neurodegenerativas. **Revista Brasileira de Neurologia**, v. 36, n. 11, p. 1047-1057, 2003.

SENNA, L. ***Chenopodium* in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2015.

Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB4312>. Acesso em 22 setembro 2019

SKORUPA, L. A. Espécies de *Pilocarpus* Vahl (Rutaceae) da Amazônia brasileira. **Acta Amazonica**, v. 30, n. 1, p. 59-70, 2000.

SOBRINHO, F. A. P.; GUEDES-BRUNI, R. R.; CHRISTO, A. G. Uso de plantas medicinais no entorno da Reserva Biológica de Tinguá, Nova Iguaçu, RJ. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, n. 2, p. 195-206, 2017.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II**. São Paulo: Instituto Plantarum, 2005.

SOUZA, R. C. *et al.* A new imidazole alkaloid and other constituents from *Pilocarpus grandiflorus* and their antifungal activity. **Zeitschrift fur Naturforschung B**, v. 60, n. 7, p. 787-791, 2004.

TUROLLA, M. S. R.; NASCIMENTO, E. S. Informações toxicológicas de alguns fitoterápicos utilizados no Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 42, n. 2, p. 289-306, 2006.

VEGA-VELA, N. E; SANCHEZ M.I. Genetic structure along an altitudinal gradient in *Lippia origanoides*, a promising aromatic plant species restricted to semiarid areas in northern South America. **Ecology and Evolution**, v. 2, n. 11, p. 2669-2681, 2012.

VIEIRA, R. F.; BIZZO, H. R.; DESCHAMPS, C. Genetic resources of aromatic plants from Brazil. **Israel Journal of Plant Sciences**, v. 58, n. 3, p. 263-271, 2010.

# CAPÍTULO 16

## A INCRÍVEL HISTÓRIA DA HOMEOPATIA NA ZONA DA MATA MINEIRA E SUA APLICAÇÃO NA AGROPECUÁRIA

Alessandra Paiva Ribeiro, France Maria Gontijo Coelho e  
Myriam Raffaella Rabelo Criscuolo

### Introdução



**Fonte:** Samuel Carvalho Ulhôa.

**Figura 1.** Homeopatia na Agricultura-Samuel Carvalho Ulhôa.

Acreditamos que todas as pessoas que participam da produção acadêmica e científica da Agroecologia necessitam conhecer e compreender a história que aqui será narrada, pois ela sempre é contada e recontada como forma de resgate e agradecimento aos que abriram os caminhos para essa forma de ver, sentir e produzir no campo.

A Homeopatia pode fortalecer a concepção de produção agroecológica. Seu uso popular faz dela um conhecimento, uma técnica e uma prática popularmente conhecida e usada no mundo inteiro. Como uma ciência popular sua sobrevivência depende da disseminação de suas concepções, por meio de um processo de popularização e transformação das práticas e dos saberes constituídos pela experiência do mundo da vida ou por experimentações sob controle, típicos do mundo sistêmico da ciência. A concepção de Homeopatia que orientou este estudo, vê nas práticas sociais com Homeopatia, a possibilidade da fusão de horizontes de saberes, quais sejam, do horizonte popular das técnicas e da manipulação dos preparados e seu uso com o horizonte acadêmico científico, que tem seus protocolos e regras procedimentais de validação e controle.

A partir de um trabalho histórico-bibliográfico financiado pelo CNPQ no ano de 2014/2015, foi possível realizar uma sistematização da linda experiência social de busca de alternativa de produção e vida para muitos agricultores da Zona da

Mata mineira. Este trabalho pretende esclarecer como se deu a popularização da Homeopatia no Brasil e como ela chegou nessas paragens da Zona da Mata Mineira e como se deu sua conversão para sua aplicação na agropecuária.

A narrativa histórica que segue apresenta uma ordem cronológica de eventos e fatos que pretendem explicar o processo de promoção deste conhecimento e o que facilitou sua a popularização e institucionalização como Homeopatia na Agropecuária, no contexto da Zona da Mata Mineira.

## **Desenvolvimento**

### *Um pouco da história desta ciência*

“ Homeopatia: a aventura de encontrar-se no Outro” (Instituto Pastoral de Educação em Saúde Popular - IPESP, 1996)

A Homeopatia surgiu no século XVIII, na Alemanha, pelas mãos do médico Samuel Hahnemann. A Homeopatia se baseia nas leis naturais de equilíbrio e tem como pretensão preservar a saúde agindo nas causas das doenças, como está descrito no quarto parágrafo do livro de Hahnemann (*apud* LISBOA, 2005) intitulado “Organon: da Arte de Curar”: “Será preservador da saúde, quem conhecer as causas que perturbam a saúde e que promovem o desequilíbrio”. Por isso, a cura profunda ocorreria com o reequilíbrio. Nessa concepção da relação saúde e doença, a medicação indicada seria aquela que promove sintomas semelhantes (princípio do semelhante) para promover o reequilíbrio. Diferente da concepção alopática, para a qual o medicamento adequado é aquele que suprime sintomas e queixas, enfim, aquele que age pela supressão, pelo princípio dos contrários. Diante desta diversidade, podemos dizer que cada medicação ou concepção, a seu modo, é adequada a cada tipo de pessoa e do quadro geral do desequilíbrio.

A Homeopatia, como técnica terapêutica para saúde humana, foi introduzida no Brasil em meados do século XIX, por volta de 1840, com a chegada ao país do médico francês Jules Benoit Mure, discípulo de Hahnemann. De acordo com bibliografia e documentos pesquisados (MORENO, 1996; PASSOS, AMARAL, 1996; LOBÃO, 1997), na época, Mure procurou academias de medicina para divulgar a nova terapêutica, entretanto, elas não se mostraram muito interessadas. Diante disso tomou uma decisão: propagar a Homeopatia diretamente à população na medida em que os médicos e as faculdades não se interessavam ou nem demonstraram expectativa de que ela poderia expandir-se. Mas Mure acreditava nas possibilidades da Homeopatia e dizia “será a terapêutica em uso no futuro”. Essas posturas do Dr. Mure estão registradas em várias obras que tratam do histórico da Homeopatia no Brasil (MORENO, 1996, IPESP, 1996 e LOBÃO, 1997). Nessa época a Homeopatia era essencialmente voltada para seres humanos (VITHOUKAS, 1980).

Dr. Mure preocupava-se com a saúde coletiva e como, na época, os médicos não se mostravam interessados, ele entendeu que seria necessário à própria população tomar

a prática homeopática em seu domínio. Afirmava que a Homeopatia deveria sair “dos consultórios para as praças, do centro para os sertões”, o que evidenciou questões relevantes para a saúde pública e saúde coletiva (IPESP, 1996, p.34)

Como se vê, originalmente a Homeopatia expandiu-se no Brasil como prática de saúde voltada para domínio popular. Dessa forma tornou-se comum a leitura, consulta e uso de livros e a venda de medicamentos e de boticas (uma valise com remédios básicos). Inclusive, esse uso e propagação deveram-se, em especial, aos Práticos e aos Médiuns Espíritas. Os chamados Práticos eram pessoas sem formação acadêmica que indicavam e praticavam a Homeopatia com base em estudos de livros homeopáticos. Já os Médiuns Espíritas, da mesma forma, eram pessoas sem formação acadêmica e, muitas vezes, nem conheciam os medicamentos, mas faziam as indicações de forma inspirada espiritualmente. Moreno (1996) explicou que, de modo singular, esses médiuns “fecham os olhos e escrevem a indicação homeopática, que são aviadas em farmácias homeopáticas comuns ou espíritas. A difusão da homeopatia é tão forte nos centros espíritas, que muitos católicos a consideram sinônimo de espiritismo” (MORENO, 1996, p.15).

Enquanto terapêutica para saúde humana, nesses quase 180 anos, desde sua introdução no país, mesmo com uma evidente aceitação popular, pode-se dizer que o reconhecimento social da Homeopatia foi marcado pela oscilação entre entusiasmos, estagnação e descrença pública, em razão do não entendimento ou não aceitação geral de seus princípios. Esse desconhecimento provocou, em alguns momentos, rejeições e proibições de parte da classe médica que, em razão de sua autoridade e poder, o que levou a ações, no mesmo sentido, por parte do Estado.

Assim, para melhor compreender o processo histórico da institucionalização da Homeopatia, enquanto prática voltada para a saúde, e seus desdobramentos e conversão para seu uso na Agropecuária, trazemos uma pequena narrativa com a descrição de fatos e identificação de obras publicadas para sua popularização.

#### *A institucionalização da homeopatia no Brasil*

Segundo professora Madel Therezinha Luz (*apud* LOBÃO, 1997) no Brasil, até 1990 seriam seis os períodos históricos da Homeopatia para saúde: 1) Implantação (1840-1859); 2) Expansão e Resistência (1859-1882); 3) Estagnação (1883-1900); 4) Áureo (1900-1930); 5) Declínio (1930-1970); 6) Retomada (1970-1990). Como se pode ver nessa periodização, a citada oscilação fica evidente.

A fase da Implantação (1840-1859) foi um período de divulgação e disseminação da homeopatia por Benoit Mure até a criação do 1º Instituto Hahnemanniano do Brasil (IHB) fundado em 02 de julho de 1859. Nesse momento, a legitimação e a institucionalização da produção e da reprodução do saber e da prática homeopática aconteceram de forma generalizada entre pessoas de todas as classes sociais, já que a Academia e a Medicina Ortodoxa recusaram tal conhecimento (LUZ, 2014). As

organizações médicas criaram, então, alguns limites institucionais como bloqueio às tentativas de oficialização do ensino da Homeopatia nas Academias e, conseqüentemente, o impedimento da prática da Homeopatia por médicos, mesmo que tivessem formação em homeopatia, acusando-os, sempre que possível, do crime de *charlatanismo*. Contudo, naquela época, mesmo sem aceitação de grande parte dos médicos, a Homeopatia, enquanto terapêutica para saúde humana, legitimou-se como prática corriqueira na população em geral.

Na fase de Expansão e Resistência (1859-1882) houve avanço na popularização e uso da Homeopatia no Brasil, pois por todo o país passou-se a ter mais acesso às boticas homeopáticas e às publicações, pois nessa época surgem as revistas Homeopáticas. Além disso, dentro das Faculdades de Medicinas, alguns profissionais começam com ações efetivas para criação das cadeiras de Homeopatia.

Na seqüência, no entanto, veio um período de Estagnação (1883-1900) mesmo que a Homeopatia já tivesse chegado a todas as regiões do país. É dessa época a 1ª edição, de 1883, do livro “Auxílio Homeopático ou o Médico de casa” do Dr. Torquato Brochado ou Visconde de Souza Soares em Porto. Este livro foi reeditado em 1911 e em seu prefácio pode-se ler o seguinte:

pode-se afirmar que não existe, principalmente no Brasil, nenhum povoado onde não haja, pelo menos, algum curioso que empregue a nova medicina, muitos pais de família, diretores de estabelecimentos párochos, etc., prestam com sua aplicação, importantíssimos serviços à humanidade (*apud* MORENO, 1996, p. 24).

De 1900 a 1930 a Homeopatia viveu o período que se poderia chamar de **Áureo**, quando de fato a prática Hahnemanniana, incontestavelmente, passou a fazer parte da cultura popular. O fácil acesso, a livros e medicamentos, deveu-se à possibilidade de recebê-los pelos Correios. Junto com boticas, era enviado o “Guia Homeopático: distribuído gratuitamente às pessoas que comprarem remédios Almeida Cardoso & Cia, Farmacêuticos Homeopatas”. Na sua XXIII Edição, feita no Rio de Janeiro, estava escrito que era uma edição aumentada e com tiragem de 120.000 exemplares:

todo chefe de família que reside em lugar onde não possa com facilidade obter os medicamentos de que necessitar, precisa possuir uma botica homeopática comprada em nossa casa, de acordo com esse folheto, para de pronto, socorrer as pessoas que ficarem doentes. (*apud* MORENO, 1996, p. 34)

O período de 1930-1970 é considerado como fase de Declínio que coincide com o período modernização industrializante do país. Aos poucos os médicos homeopatas foram sumindo das famílias, pois:

o novo mediador entre o médico e seu paciente será a indústria química-farmacêutica, que põe em cena, como agentes o vendedor de remédios, o representante dos laboratórios e o bulário, no lugar do antigo manipulador de substâncias e dosagens que aviava o receituário médico (LOBÃO, 1997, p. 3).

Depois dos anos de 1950, com a internalização das indústrias químicas dos fármacos no país, a alopatia, como princípio de gestão pública da saúde, conectou-se com o sistema lucrativo dos medicamentos supressores das doenças. Assim, por uma dinâmica e sistemática pesquisa e desenvolvimento de produtos, com resultados observáveis e imediatos em muitos tratamentos de doenças, ocorreu grande valorização da medicação alopática. Dessa forma, mais do que recurso medicamentoso, a lógica alopática tornou-se a forma hegemônica de interpretação e tratamento das doenças no Brasil. A supremacia desse princípio, com apoio irrestrito das organizações com autoridade médica, fez com que a prática homeopática, tanto médica quanto popular, passasse a ser considerada, de maneira geral, como uma coisa ultrapassada, ineficaz e incompatível com os recursos alopáticos. Isso criou um abismo intransponível entre duas lógicas, o que levou à falta de diálogo entre essas potencialidades para se construir caminhos para o bem-estar dos mais interessados, o doente e seus familiares.

O último período denominado por Luz (2014) como Retomada (1970-1990), é resumido como sendo uma: “fase da homeopatia vista como terapêutica alternativa, em face da crise do modelo médico dominante, isto é, da medicina especialista, tecnológica, mercantilizada, e marcada pelas terapêuticas invasivas e iatrogênicas” (p. 59).

Também é deste período, como dizia o documento do IPESP (1996), uma ideia muito difundida na população em geral de que os métodos convencionais não visavam a cura e sim a doença, pois: “Há mais interesse econômico empresarial em “fabricar” doença do que em promover a saúde.” (p. 19).

Um fato importante deve ser lembrado e que ajuda a compreender o processo de institucionalização da Homeopatia enquanto prática de saúde: o reconhecimento legal da Homeopatia como terapêutica legítima. Em 1979 é fundada a Associação Médica Homeopática Brasileira e, em 1980, o Conselho Federal de Medicina (CFM) editou a resolução número 1000/1980 estabelecendo a Especialidade Médica em Homeopatia. Entretanto, a partir desse momento, muitos médicos entenderam que a Homeopatia era exclusividade médica.

As práticas sociais e populares instituídas ao longo da história social dessa área de conhecimento permitiam postular que não seria bem assim. Diante das pressões pela exclusividade médica, os praticantes populares contra argumentavam, inclusive juridicamente, que o uso popular da Homeopatia era um direito adquirido pela população Brasileira. Além do mais, “nenhuma lei brasileira proíbe a prática das terapias alternativas” (Cartilha Terapias Naturais, 2008). Nota-se assim, a configuração de um campo de saberes e práticas no qual entravam em disputas verdades, autoridades e direitos, bem ao estilo do conceito de campo social, como definido por Bourdieu (1989).

Durante a década de 1980, por iniciativa das organizações populares e pastorais da Igreja Católica, houve o resgate do uso da Homeopatia no meio popular (AMARAL, 2008). Nesse sentido, em 1980, o conhecimento homeopático popular foi resgatado e divulgado através de trabalhos de ação popular da Pastoral da Saúde. Exemplo disso foi o trabalho iniciado naquele ano no projeto de Educação em Saúde Popular, realizado na Igreja Nossa Senhora do Rosário e São Benedito em Cuiabá (MT). Posteriormente, esse projeto teve dois desdobramentos importantes: a criação do IPESP – Instituto Pastoral de Educação em Saúde Popular, em 1987, e a criação da ABHP - Associação Brasileira de Homeopatia Popular, em 1996, o que fez com que o IPESP definisse como um de seus objetivos a popularização da Homeopatia. Em documento o IPESP explicitava os objetivos do projeto e deixava registradas críticas à medicina oficial e à visão convencional de saúde:

...prática de organização popular, projeto de organização popular, projeto de saúde pública, espaço de reflexão crítica aos paradigmas convencionais que orientam uma ação médica, muitas vezes agressiva, guerreira, supressiva e de intervenção localizada (IPESP, 1996, p. 7)

Fatos como esses compõe a história da Homeopatia no Brasil. A linguagem popular e a facilidade de acesso às publicações reforçam a afirmação de que a Homeopatia comporta uma perspectiva, um valor, ou seja, um direito popular de usar, estudar e disseminar a Homeopatia, como queria Mure. De acordo com Vithoulkas (1980), essas terapias se tornam populares devido ao desencanto das tentativas médicas de resolver os problemas de saúde pública e socialmente ampla, pois há um fracasso em prover assistência necessária. Além disso, a Homeopatia apresenta muitos resultados satisfatórios e contínuos. Como se viu, desde sua chegada, o conhecimento homeopático não esteve restrito ao campo de atuação e de domínio exclusivo dos médicos.

Mais recentemente, ela é posta como medicina complementar, junto com outras medicinas, como as fitoterapias, acupuntura, aiyurveda, dentre várias. Daí em diante, a Homeopatia para saúde humana volta a ser aceita e inclusive pesquisada no meio acadêmico e médico, isto nos últimos trinta anos.

A Homeopatia é uma ciência para saúde e o uso dos preparados homeopáticos esteve, por muito tempo, restrito a seres humanos, contudo, com o passar do tempo, também passou a ser aplicada aos animais. Por isso podemos dizer que depois de 1990, quando encerraria o último período caracterizado por Luz (*apud* LOBÃO, 1997), tem-se início a fase de diversificação da ciência e da técnica homeopática com novas áreas de abrangência, quando muitas pessoas passam a pensar a homeopatia como proposta para tudo o que tem vitalidade, como plantas, solos, animais, água, ambiente, etc.... Mas, aqui vamos colocar uma pergunta: como essa diversificação de usos se deu?

## Movimentos sociais e a homeopatia para agropecuária

De acordo com os princípios da Homeopatia, para a compreensão do processo de cura, deve-se ter uma visão sistêmica do organismo, ou seja, enxergá-lo como um todo. Do mesmo modo, para compreensão do processo de popularização da Homeopatia na Zona da Mata Mineira, foi preciso vê-la como uma prática social que fazia parte de um todo maior.

A partir do final dos anos de 1980, na Zona da Mata do estado de Minas Gerais, teve início um processo de mobilização social e luta dos trabalhadores rurais por direitos, por organização sindical, aposentadoria, carteira de trabalho, etc... Na pauta das lutas surge a proposta de uma saúde alternativa e a Homeopatia foi posta em discussão, junto com a divulgação de várias outras práticas terapêuticas, como alimentação saudável e fitoterapias, temas marcados pelas necessidades cotidianas dos trabalhadores rurais e dos movimentos sociais.

Sem negligenciar a existência de práticas sociais semelhantes em outras regiões do Brasil, como foi o caso da Pastoral da Saúde em Goiás, podemos dizer, sem receio de errar, que os agricultores familiares da Zona da Mata de Minas Gerais destacaram-se como pioneiros no uso da Homeopatia na Agropecuária. Nesse processo, a Igreja Católica congregacionista teve papel importante ao apoiar as organizações e movimentos sociais. As primeiras ações e motivações surgiram com os trabalhos de leitura da Bíblia nas Comunidades Eclesiais de Base (CEBs).

Muitos trabalhadores de Muriaé – município propulsor e sede inicial das articulações sociais - relataram que participaram desses movimentos e que, nos anos 80, um tal Padre Agostinho havia motivado grupos de agricultores a discutir três temas: TRABALHO ESCRAVO; USO DE VENENO NA AGRICULTURA E FALTA DE ORGANIZAÇÃO DE BASE. Este padre queria que os agricultores entendessem os problemas que enfrentavam. “Ele dizia que os trabalhadores tinham de ter Sindicato porque isso seria bom e que era isso que ia resolver os problemas” (Agente popular de saúde – mulher). Assim foi feito: “As primeiras lutas foram por direitos e documentos e por escolas para filhos dos agricultores” (Agricultor 1).

Além disso, outras forças foram importantes nesse processo, como o Movimento Boa Nova – MOBOM, as ações da Comissão Pastoral da Terra (CPT) e do Centro de Tecnologias Alternativas da Zona da Mata (CTA-ZM), uma ONG que tornou-se a instituição de apoio técnico-político nessa época. Com o tempo surge a ideia de que “não bastava ler a Bíblia, precisava ler e colocar em prática!” (Agricultor 1). Na luta por direitos (social, trabalhista e econômico por uma renda digna) as mulheres também foram envolvidas.

A CPT, em meados dos anos 80, lança a proposta de trabalho sobre a saúde das pessoas e o problema do envenenamento da terra com o lema “EM DEFESA DA VIDA E DO AMBIENTE”. Assim, num terreno doado pela Igreja, em 1985 surge em Muriaé, o primeiro Sindicato de Trabalhadores Rurais (STR) da região, que representava

agricultores de Muriaé, Barão de Monte Alto, Rosário do Limeira. Muriaé tornou-se, assim, polo regional do movimento sindical.

Nos depoimentos sobre esse movimento foi citada a irmã Iraídes (da Congregação Santa Marcelina) que trabalhava com plantas medicinais. Os entrevistados disseram que ela ia nas comunidades para identificar as plantas e orientar seu uso. Dizia que “em toda família devia ter uma pessoa que tivesse esse conhecimento” (Agricultor 2). Uma frase dela que se tornou famosa foi: “Conhecimento distribuído, sabedoria multiplicada.”

Assim, as Comunidades Eclesiais de Base, a Pastoral da Terra, os Sindicatos dos Trabalhadores Rurais, as articulações para criação das Escolas Famílias Agrícolas, o CTA, foram assumindo função formadora sobre dois temas: “agricultura e saúde alternativa”. Todas essas ações ajudaram a desenvolver entre os agricultores uma consciência de que “o que estava matando o povo eram os agrotóxicos. Não adiantava tratar da saúde e continuar a usar veneno”. (Agente popular de saúde- mulher).

Em 1987 criou-se o Instituto Pastoral de Educação em Saúde Popular- IPESP, com sede em Cuiabá-MT. O IPESP se preocupava com a popularização da Homeopatia. Alguns trabalhadores de Muriaé entram em contato com aquela experiência pastoral.

Em artigo publicado no Jornal Mundo Jovem (FORTINI, 2001), foi possível saber que em 1991 houve o primeiro curso de Homeopatia Popular, na Zona da Mata Mineira, ministrado por João Cântaro e Criselda, o casal de austríacos do IPESP. A primeira formação nesse tema foi feita através da Campanha da Fraternidade “Saúde para Todos” oferecida pelo Instituto, na capital do Mato Grosso, Cuiabá (IPESP-MS), onde, então, Padre Jesus atuava.

Em 1993 acontece, em Manhuaçu, Zona da Mata Mineira, o I Encontro Regional de Plantas Medicinais organizado pela Pastoral da Saúde junto à Igreja Católica, em especial pelo Pe. Jésus, contando com 37 municípios convidados. O segundo encontro aconteceu em Viçosa, em 1994, e, o terceiro, em 1995, em Manhumirim.

No ano de 1996 realiza-se o I CONGRESSO NACIONAL DE HOMEOPATIA POPULAR, em Cuiabá-MT, organizado pelo IPESP, que teve o objetivo de “pensar no futuro da homeopatia popular, enxergando-a como caminho de transformação” (IPESP,1996). Contam os trabalhadores de Muriaé que, nesse momento, crescia a luta pela ecologia e, ao mesmo tempo, na contramão, eram criados os bancos de germoplasma, potencializando os pacotes tecnológicos que vinham com as sementes híbridas, os OGMs, os novos agrotóxicos, as patentes, todos esses aportes eram para os grandes monocultivos orientados para os mercados globalizados.

Naquele contexto, esse I Congresso trouxe “esperança de quebra ou rupturas para declínio do patriarcado”. As mulheres tiveram presença importante e a homeopatia foi posta como meio para “a transformação, o repensar, o coletivo.” (...) “O semelhante é curado pelo semelhante: caminho da solidariedade universal” (IPESP,1996, p. 49).

Ainda neste I Congresso foi criada a Associação Brasileira de Homeopatia Popular - ABHP, com a sede em Cuiabá, que congregava Homeopatas e Agentes de Saúde com

especialização em Homeopatia. Hoje os sócios estão distribuídos em 20 estados brasileiros. A ABHP tem contribuído com a formação de homeopatas, realizado palestras, congressos, reuniões e cursos. Além disso, passou a ser editado o Jornal DINAMIZADO (MORENO, 1996).

Entretanto, em 1997 com a chegada do Método Bioenergético, método muito divulgado na região, principalmente na zona rural junto às Pastorais Sociais, diminuiu a atenção sobre a Homeopatia (CUPERTINO, 2008). Mas, neste mesmo ano, 1997, uma agricultora de Muriaé vinculada às CEBs, Rosa Fortini, foi a Belo Horizonte-MG iniciar seu curso denominado "Homeopatia Popular, um direito do povo". Ao mesmo tempo em que frequentava as aulas, Rosa repassava a outros agricultores de Muriaé, o que estava aprendendo. O movimento denominado "Em defesa da vida e do ambiente", que questionava não só os direitos sociais, mas o uso intensivo de venenos por agricultores e trabalhadores rurais na região, encontrou nesse novo conhecimento um apoio e suporte prático.

Nota-se que, as lutas sociais para os trabalhadores rurais e agricultores familiares deixaram clara a conexão entre condições de saúde, organização social e luta política contra os envenenamentos dos trabalhadores e da terra. Por isso, a busca por alternativas de saúde adquiriu um sentido político motivador.

Por meio de analogia do corpo humano com outros seres vivos, também ficou óbvia a possibilidade de uso da Homeopatia em plantas e animais. Como uma técnica (um fazer) popular e uma ciência, com conceitos e lógica própria, a Homeopatia dotou esses movimentos sociais de um novo recurso de interpretação e atuação na correção (cura) de fenômenos de desequilíbrios e de intoxicação, tanto para o solo, os animais e as plantas, quanto para aqueles que vivem do trabalho na produção Agropecuária.

### **Rosa Fortini, Padre Jesus e a UFV**

Rosa Fortini (1961-2002) era natural da comunidade de São João do Glória, município de Muriaé-MG, foi uma liderança que surgiu do engajamento na Pastoral da Terra (CPT), no STR e nos cursos da Boa Nova. Já mais velha, Rosa iniciou seus estudos na Escola Família Agrícola de Pirapanema-Muriaé. Depois que se formou, graduou-se em Pedagogia na Faculdade em Muriaé. Ela teve papel fundamental no movimento de popularização da Homeopatia e das práticas complementares de saúde.

Na década de 1980, junto ao Padre Agostinho e outras lideranças, Rosa despontou como grande liderança que se colocou à disposição do movimento. Por meio dos cursos do MOBON, participou do primeiro curso de Homeopatia em 1991. Também fez o curso de Biodigital e começou a atender junto com seu companheiro de luta, Juvenal. E em 1997 começou o curso de Homeopatia Popular em Belo Horizonte, com o apoio do Pe. Jésus.

"Quando Rosa fez o curso de Homeopatia em Belo Horizonte, em 96, 97 começou a ensinar para nós. Veio o dinheiro do BIRD [Banco

interamericano] que apoiava projetos de desenvolvimento e cursos à distância. Se envolveram nessa história o Juvenal, Rosa, Antônio Maria, Ailton, Juraci, Milton, Moises, Devanir. Eu sei que a história não fluiu do jeito que precisava. Rosa conseguiu fazer o segundo e terceiro ano. Mas não tinha documento [diploma de segundo grau], aí entrou em contato com o professor Casali [da UFV], que gostava muito do meio rural e que ajudou ela formar no quarto ano. (Agricultor 2)

Rosa fazia o curso de Homeopatia e ao mesmo tempo ministrava, aprendia e ensinava aos companheiros. Entendia que era importante disseminar essa prática e tornar a Homeopatia uma “prática popular da liberdade”. “Rosa era radical e muito revolucionária”, foi o que se ouviu em vários depoimentos. Disseram seus companheiros que ela:

“Gostava muito de pesquisar, experimentar também. Fizemos Homeopatia do berne, carrapato e mosca do chifre. Quando você dá ao animal a Homeopatia, a fêmea não eclode os ovos. Tudo que tem vida você não pode eliminar. Funcionava [homeopatia] muito mais que em humano. Teve época que era 120 gente nas aulas, maioria era agricultor.” (Agricultor 2)

“Mulher guerreira, trabalha com saúde fazia atendimento Biodigital em algumas comunidades. Ministrava cursos de Homeopatia em Muriaé, Espera Feliz e em outros lugares que era chamada. Rosa também era ligada em educação. Era pedagoga e foi Secretária de Educação em Tocantins, município próximo à Muriaé, sem deixar seus atendimentos ao povo e seus cursos. Seus cursos de homeopatia tinha um cunho político.” (Agricultor 1).

“A importância de Rosa na popularização da Homeopatia na Zona da Mata é inquestionável, do seu empenho em levar a homeopatia aos agricultores, incentivar os terapeutas a indicar a homeopatia a seus clientes. Tive a oportunidade de conversar com agricultores que aprenderam homeopatia com Rosa que fizeram curso com ela. Estive na aula inaugural da primeira turma dela em Espera Feliz”. (Agricultora 3 e terapeuta homeopata)

Quando Rosa morre, em 2002, uma morte até hoje pouco entendida ou explicada, houve grande abalo entre as pessoas dos diversos movimentos sociais dos quais participava. Com sua ausência aconteceu uma reviravolta no processo de popularização da Homeopatia, em Muriaé e na região da Zona da Mata. O curso que ela estava ministrando em Espera Feliz foi assumido por um Agricultor Homeopata (o conhecido Amauri) e o curso de Muriaé foi assumido pelo STR:

“A formação que ela dava era política também, de mudança de comportamento das pessoas, das empresas, das organizações que ela ajudava [entre elas, os presídios]. Quando ela morre fica um vazio muito grande. As pessoas do Sindicato não tinham essa formação política e foi aí que recorremos ao professor Casali, que disse que tinha que criar uma associação. Em 2007 o Centro de Saúde Alternativa foi criado. Reunimos uma equipe para criar primeiro o instituto, depois o Centro. Aí a Pastoral da Terra volta e ajuda. Com o tempo, o Casali disse que a conversa dele seria com o Centro e não mais com o Sindicato, porque os cursos do Sindicato formavam pessoas que queriam ganhar dinheiro com os atendimentos.” (...) “A saúde alternativa era para levar a família a se libertar. Tinha muitos trabalhadores doentes por causa do uso do agrotóxico. Teve uma mulher que se intoxicou quando lavou a roupa do trabalhador. Era preciso fazer alguma coisa em contrário, fazer uma prevenção, fazer grupos unidos nas comunidades para saúde. Era lei ter sempre mais de um nas comunidades que soubesse como fazer. Com o movimento Em Defesa da Vida e do ambiente, a saúde alternativa, em 1993, o Centro fez um convênio com a UFV para formação em biodigital e Homeopatia.”. (Agricultor 1)

Assim, após a morte de Rosa, com o intuito de homenageá-la e dar continuidade aos trabalhos no sentido da solidariedade e organização social, é criado em 13/12/2006 o Centro Alternativo de Formação Popular Rosa Fortini, sediado em Muriaé-MG.

Nessa história, o Padre Jesús merece também destaque. Ele era da fraternidade dos Sacramentinos e viveu em Cuiabá, participando ativamente do movimento para divulgação da Homeopatia popular, através do IPESP. Depois foi pároco de Espera Feliz, sempre preocupado com questões sociais e principalmente com a saúde do povo. Foi um grande mobilizador popular na região.

Padre Jesús e Rosa foram companheiros nas lutas sociais e nas organizações populares. Pe. Jesús é considerado uma das pessoas mais importantes na Pastoral da Saúde e a Rosa na Pastoral da Terra, mas com trabalhos muito próximos. Muito envolvidos com agricultores da Zona da Mata Mineira tinham clareza de que muitos de seus problemas eram também de natureza agrária e não só agrícola.

Uma das principais preocupações do Pe. Jesús era com o uso e a intoxicações dos agricultores com agrotóxicos na região. Ao pensar nas questões de saúde, de acordo com depoimentos, ele costumava falar do assunto em suas missas. Enfático dizia: “quem usa agrotóxico deve se confessar”.

Uma agricultora e terapeuta homeopata que conheceu Pe. Jesús diz que os trabalhos realizados por ele trouxeram muitos benefícios, mas alguns problemas, inclusive na forma de divulgação da Homeopatia:

“(...)hoje atuo na divulgação do uso da Homeopatia na agropecuária em cursos e assistência técnica, exatamente na região onde Padre Jesús

começou. Encontro pessoas com muito saudosismo, mas muitos com muito receio também de utilizar homeopatia, pois Padre Jesus amava e acreditava tanto na Homeopatia, que avalio não foi muito feliz na forma como propôs a utilização da Homeopatia na agricultura. Muitos relatam que pararam de usar adubo[sic] na lavoura para usar Homeopatia. O resultado deste processo foi tão propagado que mesmo quando você fala de outras formas de tratamento, seja em plantas seja para o ser humano, as pessoas confundem na homeopatia, pois nesta região [a agricultura] não é convencional, tudo eles dizem que é homeopatia. Ficou um receio muito grande das pessoas em modificar o tratamento que usa na lavoura, pois quando Padre Jesus sugeriu as mudanças, muitos aderiram e não teve sustentação no processo.” (Agricultora 3 e terapeuta homeopata)

Com as experiências dos agricultores no uso da Homeopatia na Agropecuária, surgiu a ideia de organizar uma cartilha. Assim, no ano de 2003, o Padre Jesus ajudou a organizar um encontro em Manhuaçu-MG, que durou dois dias e meio, e foi o lugar que vários agricultores discutiram, fizeram as recomendações, compartilharam experiências e depoimentos sobre a Homeopatia na Agropecuária. Tudo foi registrado pela Maria do Carmo (Kalma) na época estudante da UFV, a ideia da cartilha foi tomando corpo e sendo sistematizado o conhecimento adquirido com os agricultores numa forma adequada para o entendimento popular. Diante do resultado de um trabalho de mestrado (CUPERTINO, 2008), a mestranda tornou-se responsável por sistematizar toda a informação, acrescentar à cartilha.

“Ela sentou e começou a escrever e a Rosangela digitava e eu olhava, pensando o que tinha que escrever para as pessoas ouvirem e darem crédito. Então tem umas frases aqui que saíram porque tem que escrever desse jeito para as pessoas aceitarem. Tem algumas frases que o Pe. Jésus disse e outras vieram depois, não faladas na reunião. Agora sim, isso aqui colocaram depois, a carta que a Kalma fez, pra ela coletar os dados, que a gente fez uma frase de apelo, uma coisa da raça humana, uma coisa simples, uma coisa... meio que divina que tinha que falar com a Kalma o que estava acontecendo: homeopatia na agricultura, uma coisa forte, que era importante pra família, chamar na responsabilidade. ” (Profº Casali)

Na Introdução do “Caderno de Homeopatia: instruções práticas geradas por agricultores sobre o uso da homeopatia no meio rural”, uma organização de Produtores Orgânicos do Alto do Caparaó assina um texto que esclarece sobre a fonte do seu conteúdo, nos seguintes termos:

“Com apoio da Universidade Federal de Viçosa, nós da Vertente do Caparaó, estamos apresentando nossas experiências e nossas práticas

de uso da Homeopatia durante 11 anos em nossa região. Em primeiro lugar tivemos cursos com Dr. Elton e com a Rosa. Em seguida fizemos nossas próprias descobertas. Participamos do evento de extensão “Curso de Homeopatia” promovido pela UFV. Chegamos a resultados surpreendentes sobre a aplicação prática da Homeopatia. Tudo isso com muita fé no Deus da vida e a vivência na prática comunitária. Todo ano temos nossos encontros sobre Qualidade de Vida, Plantas Medicinais e Homeopatia na Família Agrícola.” (p. 5)

Sobre esta iniciativa da cartilha, uma agricultora de Muriaé explicou que:

“Padre Jésus, através da UFV e pela organização da cartilha de Homeopatia, criou foi uma ferramenta muito importante para os instrutores de cursos trabalharem. Pela importância que se tem de ensinar as pessoas a fazerem Homeopatia, o conhecimento teórico tem muita importância, mas é o conhecimento prático que empodera, que mexe com a autoestima, por exemplo, de uma pessoa simples, do meio rural.”

[por exemplo] “Adailton Magro [*in memoriam*] de Espera Feliz, não saiu para divulgar a Homeopatia dando curso, talvez alguma palestra, mesmo com a dificuldade de flexibilizar nas suas teorias. No meu ver, que acompanhei bastante de suas experiências, considero ele uma das pessoas que mais contribuíram com a Homeopatia na agricultura. Ele deu a cara a tapa, foi um dos primeiros, se não foi o primeiro na zona da mata, a utilizar Homeopatia na lavoura. Claro que não concordava, e nem concordo, em utilizar Homeopatia somente, sem fornecer algum tipo de nutrição. Eu falava isto para ele, claro que não entrava em polêmica com ele, respeitava muito sua opinião, até porque eu ia até ele para aprender. Na cartilha de Homeopatia têm muitas informações, como quantidades, dicas de como utilizar, aplicar a Homeopatia na lavoura que veio dele.” (Agricultora 3 – terapeuta homeopata)

Na UFV, a história da Homeopatia enquanto área de conhecimento foi antecedida pelos estudos e trabalhos com plantas medicinais coordenado pelo Prof<sup>o</sup> Casali. Em 1989, surgiu um grupo de estudos sobre plantas medicinais que, naturalmente, pesquisou sobre outras práticas alternativas de saúde, dentre elas a Homeopatia. Este grupo era composto por estudantes e professores, como a professora Percília e o professor Casali. Essas iniciativas deram origem, em 1992, ao Grupo Entre Folhas, que existe até os dias atuais.

Entre 1990 e 91 foi realizado em Belo Horizonte o Congresso Brasileiro de Terapias Naturais, no qual o Professor Casali e a Professora Percília, foram participar e assim puderam se envolver com os grupos de estudos no assunto. Professor Casali relata que neste evento assistiu uma palestra sobre Homeopatia ministrada pelo homeopata

Roberto Moreno. A palestra foi esclarecedora e nesse congresso foi anunciado o Curso de Homeopatia que seria realizado em Belo Horizonte, do qual ele acabou cursando.

A partir do segundo ano do curso de Homeopatia, o professor Casali relata que começou a vincular trabalhos do curso com o uso de Homeopatia em plantas, pois, naquela época já existia uma breve revisão sobre uso de homeopatia em plantas. Em seu depoimento, ele afirma que não sabia a dimensão total daquilo, ele “não tinha consciência”, pois era um trabalho científico feito na Índia.

A partir do segundo ano de participação no curso, numa parceria com Moreno, “a UFV começou a certificar” as pessoas que cursavam Homeopatia em Belo Horizonte. Foi nesse período que começou uma aproximação com a Rosa, a partir da motivação de um técnico (Breno) da ONG CTA-ZM (Centro de Tecnologia Alternativa da Zona da Mata Mineira). Assim as interações começaram a se estreitar. A Rosa veio dar um curso de Biodigital no Entre Folhas, quando também conheceram o trabalho dela com Homeopatia.

Em 1994 tem início um programa de Extensão Universitária na UFV intitulado: Divulgação de Plantas Medicinais, da Homeopatia e da Produção de Alimentos Orgânicos, coordenado pelo Professor Casali. Com esse programa tem início a organização de eventos populares que chegavam a reunir mais de 300 pessoas num só evento. A partir de levantamento realizado para esta pesquisa, dentre os anos de 1994 meados de 2015 foram realizados 442 eventos, 132 em cidades e capitais dos estados de Minas Gerais, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Goiás, São Paulo, Roraima, Tocantins, Sergipe, Paraíba, Rio Grande do Sul, Mato Grosso, Paraná.

Com o tempo, a Universidade começa a organizar Cursos de Extensão sobre Homeopatia e plantas medicinais. Os cursos eram dados por meio de experimentações populares, o que tornava os agricultores construtores do conhecimento da Homeopatia. Essas experimentações desenvolviam a capacidade de problematização e análise dos resultados que, muitas vezes, são de natureza difusa e ampla. Essa proposta pedagógica só obteve o sucesso da adoção pelos agricultores porque eles eram concebidos como “cientistas populares”, como dizia Rosa Fortini, figura chave para o envolvimento da Universidade nesses processos de popularização da Homeopatia.

Já em 1999 é realizado, em Viçosa, o I Seminário Brasileiro da Homeopatia na Agropecuária Orgânica. Neste mesmo ano é aprovada a primeira dissertação sobre atuação da aplicação de Homeopatia em plantas (ANDRADE, 1999). A defesa dessa dissertação foi “aberta” (algo incomum no DFT), pois era uma forma de demonstrar a legitimidade dos dados.

“Em 1998 foi quando recebi o convite do Professor Casali para testar algumas preparações homeopáticas em plantas medicinais. Iniciei meus estudos e práticas com as plantas medicinais no Grupo Entre Folhas, logo após sua fundação em 1992, ainda recém formada na Agronomia. Depois no Mestrado/Fitotecnia/UFV pesquisava inicialmente sobre o cultivo da macela, água e produção de flavonoides. O experimento teve

problemas (as plantas não floriam e precisava das flores para extrair os flavonoides). Tive que começar a pensar no “plano B”, devido ao prazo de conclusão do curso estar esgotando. Aí então veio o convite. Rapidamente os rumos mudaram e então pesquisei a homeopatia numa planta medicinal. A planta escolhida foi o chambá. Testei diversos preparados homeopáticos e observei as alterações morfológicas, de crescimento e fisiológicas da planta. Foi possível comprovar que as preparações homeopáticas acionam o mecanismo de defesa, a auto-regulação das plantas, expresso pela produção de metabólitos secundários.” (Fernanda, hoje professora do curso de Licenciatura em Educação do Campo da UFV)

Dessa forma, nota-se que a introdução da homeopatia na Universidade enquanto conhecimento emergente deveu-se à busca intencionada de pesquisadores, que, juntos com pessoas vinculadas às organizações sociais de agricultores familiares e trabalhadores rurais, tornaram possível o desenvolvimento de uma metodologia de pesquisa de inspiração etnocientífica. Entretanto, todo o esforço da Universidade na institucionalização dessa área de conhecimento não se deu de forma tranquila. Alguns embates institucionais marcaram este processo.

A Associação Médica Homeopática de Minas Gerais (AMHMG) e outros órgãos como o Conselho Regional de Medicina da Bahia (CREMEB), a Sociedade Médica Homeopática da Bahia (SMHB), a Associação Médica Homeopática Brasileira (AMHB) (com o entendimento de que a Homeopatia seria uma “exclusividade médica”), moveu durante mais de seis anos, diversos processos judiciais contra o Prof<sup>o</sup> Casali. O trabalho da UFV com Homeopatia tornou-se “caso de polícia”. Entretanto, de forma tímida no início, em 2000 a administração superior da UFV criou a Comissão de Homeopatia da UFV para discutir o posicionamento da UFV frente às acusações da Associação Médica Homeopática de Minas Gerais e demais acusações que pesavam sobre as ações do Prof<sup>o</sup> Casali. Esta comissão era composta por professores da área do Direito, Sociologia e História da Ciência, Agronomia e Ciências Biológicas da UFV. Alguns de seus membros tinham pouco conhecimento na área e, ainda outros, nenhum conhecimento. Contudo, em reunião, todos ficaram indignados com a pressão da classe médica sobre a Universidade e entenderam que aquilo era um cerceamento à liberdade de produção e divulgação do conhecimento, uma das funções da Universidade.

Em reunião da referida Comissão, de acordo com depoimento de uma docente que participou da comissão e que prestou depoimento para este trabalho, ao ler as acusações da Associação Médica, o grupo chegou à conclusão que:

“Aquilo era uma afronta à autonomia universitária e ao direito da universidade estudar, pesquisar e fazer extensão Universitária em temas que lhe diziam respeito, como era o do desequilíbrio ambiental e da saúde dos agricultores. Além disso, a formação acadêmica e metodológica dos docentes da UFV, alguns com reconhecimento

internacional, autorizava e garantia a expectativa de pesquisas e de trabalhos de extensão com qualidade acadêmica, o que revelava sua competência para os trabalhos de uma área que foi entendida como área emergente pois geraria conhecimentos da agricultura do futuro, coisa que médicos não tinham competência para tal.” (Professora, membro da Comissão)

As acusações de charlatanismo, exercício ilegal da medicina e outras foram vistas, tanto internamente na Universidade quanto nas instâncias jurídicas, como descabidas e improcedentes. Ao vencer em todas as instâncias jurídicas e ao continuar em suas pesquisas e trabalhos de divulgação da Homeopatia, Prof<sup>o</sup> Casali garantiu à Universidade o direito de pesquisar e fazer extensão universitária com Homeopatia na Agropecuária. Sobre as pesquisas, o Prof<sup>o</sup> Casali esclarece que:

“As primeiras pesquisas foram feitas em plantas medicinais. Tivemos que fazer triagens de homeopatia e dinamizações. Aprender tudo: como preparar, como aplicar, como eliminar interferências, como observar, como avaliar, como analisar e interpretar. Cada etapa era a caixa mágica de surpresas e um universo de dúvidas e respostas.” (Prof<sup>o</sup> Casali)

Como se pode ver, essa trajetória foi permeada por lutas e conquistas inclusive jurídicas, pois nota-se que muitos interesses estavam em jogo. A homeopatia prometia substituição de alguns insumos e a saúde popular, o que afetava desde empresas multinacionais de insumos agrícolas até a classe médica que se via ameaçada por processo de promoção da saúde que incentivava a autonomia e o direito popular de uso da Homeopatia. Fica evidenciado nesse processo, o conteúdo político (de poder) desse saber que pretende viabilizar decisões que levam à autonomia.

No ano de 2000, o Departamento de Fitotecnia cria a disciplina de Homeopatia, que passou a ser ministrada na graduação (FIT 465 - Homeopatia e FIT 467- Homeopatia na Agronomia e Biologia) e na pós-graduação (FIT 664 – Homeopatia na Agricultura e FIT 665 - Homeopatia), pelo professor Casali, que depois de sua aposentadoria continuou seu trabalho na condição de professor voluntário. Na graduação, as disciplinas não se limitam aos estudantes de Agronomia, ela é aberta aos estudantes de Química, Biologia, Bioquímica, e a demais que se interessarem. Na pós-graduação as disciplinas são oferecidas aos estudantes de Agroecologia e Fitotecnia.

Ao se analisar a origem dos trabalhos de pesquisa/extensão com Homeopatia, realizado pela UFV em parceria com agricultores, acredita-se também que podem ser evidenciadas intensas relações de disputa por verdades e direitos. Além disso, essas experiências também contribuíram para viabilizar a construção de outras áreas do saber na Universidade, como é o caso da Agroecologia.

As regulamentações legais também vão marcar o processo de institucionalização desta área de conhecimento. Assim, em 1993, é criada a Associação Médico-Veterinária Homeopática Brasileira (AMVHB) e em 1999 o Ministério da Agricultura libera o uso da Homeopatia para a agricultura e pecuária pela Portaria 007 de 17 de janeiro de 1999.

Em 2000 a Homeopatia é reconhecida como especialidade pelo Conselho Federal de Medicina Veterinária (Resolução nº 622). Em 2003, o Ministério do Trabalho reconheceu a Ocupação Homeopata (não médico). Em 2004, o Procurador Geral da República determinou que a Homeopatia não seria **exclusividade médica**, podendo ser praticada por todas as pessoas (CASALI *et al.*, 2006). A atividade do(a) Homeopata Popular é assim legalizada no Brasil.

Pela portaria nº 971, de 3 de maio de 2006, O Ministério da Saúde aprova a Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares (PNPIC) no Sistema Único de Saúde. No Plano Nacional, criado em 2004, aconteceu o 1º Fórum Nacional de Homeopatia, intitulado "A Homeopatia que queremos implantar no SUS". Esses documentos diziam que a proposta tinha como objetivo estabelecer um processo participativo para criação das diretrizes gerais da Homeopatia. Este fórum reuniu profissionais; Secretarias Municipais e Estaduais de Saúde; Universidades Públicas; Associação de Usuários de Homeopatia no SUS; entidades homeopáticas nacionais representativas; Conselho Nacional de Secretários Municipais de Saúde (CONASEMS); Conselhos Federais de Farmácia e de Medicina; Liga Médica Homeopática Internacional (LMHI), entidade médica homeopática internacional, e representantes do Ministério da Saúde e da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).

Em 17 de janeiro de 1999, pela Portaria 007, o Ministério da Agricultura libera o uso da Homeopatia para a agricultura e pecuária. A Instrução Normativa nº 46, de 6 de outubro de 2011 o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Dispõe sobre normas para a produção de produtos orgânicos vegetais e animais, permitindo o uso da Homeopatia (UFV, 2008; MORENO, 1996).

Assim, entre 1999 e 2003, a Homeopatia foi recomendada para a agricultura orgânica; passou a ser considerada legalmente uma ocupação; a UNESCO/Fundação Banco do Brasil reconhece a Homeopatia na Agricultura como uma tecnologia social efetiva. A partir de 2003, tem início a produção de cartilhas que reproduzem as experiências dos agricultores e da Universidade.

### **O significado epistemológico da homeopatia neste contexto**

Atualmente, sabe-se que seu uso na agricultura se tornou um "bem" valioso, o que significa muito mais que um recurso econômico. Trata-se de um valor importante para homens, mulheres, animais, enfim, para toda vida na Terra. Segundo Casali (2006), o modelo convencional de tratamento das plantas e dos animais é paliativo, seguindo os mesmos princípios alopáticos do modelo médico convencional. Esse tipo de concepção,

de acordo com a lógica de Hahnemann, não busca cura como reequilíbrio e não atua sobre as causas das doenças dos organismos vivos.

Assim, hoje, o uso da Homeopatia extrapola as questões diretas da saúde humana. De maneira geral, muitas pessoas se frustram com o sistema convencional ocidental de saúde. Ao buscar alternativas, descobrem o achado de Hahnemann. O mesmo acontece com os agricultores, que frustrados com esse sistema de insumos e agrotóxicos, se veem presos a sistemas de mercado perversos, além de adoecidos, encontram a alternativa da Agroecologia. Nota-se que, neste processo os agricultores vêm acumulando experiências e práticas com essa ciência e técnica. Uma concepção de mundo serve como fundamento e justificativa para importância que ela vem adquirindo:

“A visão do todo, a inter-relação de tudo, a importância de ir na causa do problema, ver a planta, solo, água, microrganismo e não a doença. Tratar o doente e não a doença”. (Agricultora 3 - terapeuta homeopata)

“A visão da Homeopatia é sistêmica. É embasada em princípios da Natureza. Usa poucos recursos. É simples de fazer e é barata. Não deixa resíduo. É embasada nos mecanismos naturais de auto-regulação e saúde que a Natureza ensina. Esta visão seria essencial para uma agricultura que vise à saúde do planeta e dos seus habitantes. Que permita o alimento saudável na mesa de todos e o ambiente equilibrado. A visão da Homeopatia é coerente com um novo modelo de desenvolvimento para o campo, proposto pela Agroecologia. Pela sua simplicidade e baixo custo é importante na inclusão de famílias agrícolas. Pela sua eficiência substitui agrotóxico, desintoxica os sistemas vivos, fortalece a auto-regulação, sendo importante na transição dos ambientes desequilibrados para ambientes mais saudáveis.” (Profª Fernanda.)

“O trabalho que fiz e faço com os agricultores é capacitando-os para serem independentes. Acredito que a Homeopatia é uma ferramenta dentro de um sistema de produção que potencializa os manejos. É tratamento nas plantas substituindo o uso de venenos além de desintoxicar as plantas. O meu trabalho com os agricultores é passando a possibilidade desses agricultores, com o conhecimento adquirido, se formarem terapeutas rurais onde terão capacidade de tratar todos os seres vivos. Formei muitos terapeutas que achavam que iriam aprender trabalhar com Homeopatia no cuidado das lavouras, como formei muitos agricultores que achavam que estava no curso para serem terapeutas e saíram mais interessados em modificar o tratamento das lavouras.” (Agricultora 3 e terapeuta homeopata)

Pela revisão e pelos depoimentos colhidos pode-se ver que o processo de institucionalização do uso e a diversificação da Homeopatia foi polêmico, mas muito rico

em reflexões que extrapolavam o uso em si. A Homeopatia foi se configurando como um campo de conhecimento científico-popular. Nos debates estiveram em disputa formas de interpretação da natureza, de seu funcionamento, da relação solo – planta, a dinâmica da reprodução da vitalidade, do tipo e do papel das intervenções humanas no espaço. As experiências populares demandaram, assim, pesquisas e experimentações, tanto de agricultores, como da própria Universidade.

Além disso, o campo de conhecimento da Homeopatia na Agropecuária, a sistematização do conhecimento de forma a torná-lo acessível ao maior número de pessoas, seguiu a tradição histórica que marcou a introdução na Homeopatia no Brasil, enquanto terapêutica médica. O compromisso com a popularização deste conhecimento parece ser uma marca metodológica e epistemológica desta ciência e técnica.

Quanto ao campo de conhecimento científico, observa-se que, desde o século XIX, fica evidenciada a vinculação desta área de conhecimento com estruturas sociais de organização popular que extrapolam o campo científico. Entretanto, como em qualquer ciência, como diria Knorr-Cetina (1982), as arenas, as disputas, são “transepistêmicas”, pois que são muito abrangentes e revelam os vínculos sociais que lhes dão sentido e motivação. No caso do campo científico da Homeopatia na Agropecuária, explicitamente esses vínculos são de natureza popular.

Assim, mais que ciência sistemática, a Homeopatia é uma **Etnociência** capaz de ensinar e aprender uma nova forma de ver o mundo e as relações entre seres humanos e destes com o ambiente que o cerca:

“Tudo que eu sei, a maneira de ensinar, de aprender, de compartilhar e de praticar veio das agradáveis convivências que tive e tenho com eles. [agricultores] Aprendi com eles que é tudo muito simples, que somos iguais, que temos virtudes e defeitos e que podemos nos comunicar com muita tranquilidade e espontaneidade entre nós e com a Natureza.” (Profª Fernanda).

Assim, para compreender a criação deste campo científico é preciso compreender o contexto social mais amplo que motivou sua geração. Como dizia Comerford (2009), os sindicatos da Zona da Mata Mineira, formados por trabalhadores rurais que participavam das Comunidades Eclesiais de Base (CEB's) e Movimento da Boa Nova (MOBON), tornaram-se responsáveis por inúmeros cursos de formação, mobilizações, manifestações e debates em torno de vários temas, como eleições, meio ambiente, gênero, o não uso de agrotóxicos, agricultura familiar, educação e saúde. A Homeopatia entrou coerentemente nesta agenda, pois o uso contínuo de agrotóxicos fez com que a população rural passasse a perceber que seu adoecimento tinha a ver com esse sistema convencional de agricultura.

Diante desse problema ambiental e agrário e que também é de saúde pública, as organizações sociais se mobilizaram para gerar melhores condições de vida e buscar caminhos para cuidar do ser humano e das terras intoxicadas. Em princípio pode-se

afirmar que foi o povo mobilizado pelas questões pontuadas pelas organizações locais que possibilitou vigor ao processo de popularização do conhecimento homeopático aplicado na agricultura nesses quase 30 anos de experimentações e experiências. A Universidade entrou nesse processo com sua sistemática metodológica de pesquisa. Mas essa área de conhecimento ficou marcada por sua origem etnometodológica.

De acordo com Cupertino (2008), os agricultores envolvidos nas organizações sociais, ao acessarem o conhecimento homeopático se apropriam de um conhecimento e lógica coerente com suas lutas anteriores e passam a criar os próprios termos e usos havendo uma ressignificação do próprio conhecimento homeopático.

Essa ressignificação tornou-se uma marca epistemológica desse saber que foi identificada pelos pesquisadores. Essa marca já era reconhecida por Rosa Fortini, quando ela dizia, em um artigo publicado por ela, que os educandos dos cursos de popularização tornam-se “cientistas populares”. Além disso, outros artigos evidenciam que as vivências de campo sinalizam que o processo educativo em Homeopatia, junto às famílias agrícolas, potencializa a transição agroecológica. Segundo Casali (2002) o uso de preparados homeopáticos na agricultura é um passo intermediário para a produção agroecológica. Essa sinergia entre duas ciências (Homeopatia e Agroecologia), permite visualizar um desenvolvimento mais sustentável, pois é multidimensional (ANDRADE, 2011), na medida em que a Ciência Homeopatia atua na dimensão ecológica, social, econômica, cultural, política e ética. As mudanças práticas na vida dos agricultores que optam pela Homeopatia em suas propriedades ressaltam possibilidades de melhoria nas condições sócio econômicas das famílias, pois permite trazer benefícios à saúde devido ao abandono do uso de agrotóxicos e uso de práticas naturais de saúde.

Corroborando com esse debate, Caporal *et al.* (2009) esclarece que sendo a Agroecologia uma ciência que utiliza de métodos de estudo e intervenções com a finalidade de transformar a realidade para gerar padrões produtivos mais sustentáveis, os conhecimentos da Homeopatia etnometodologicamente gerados tornam aplicáveis as transformações no sentido mais sustentável. Para tanto, ao se pretender modificar o sistema agrícola de produção, o que será necessário para um processo de transição do manejo convencional para o agroecológico, a Homeopatia tem muito a contribuir. Essa ciência é coerente com os princípios que regem a Agroecologia (ANDRADE, 2011), pois a Homeopatia Agrícola busca elevar o nível de sustentabilidade, a resiliência (capacidade de voltar às condições originais) e a resistência (capacidade de resistir) em relação aos efeitos externos que abalam os agroecossistemas.

Segundo Camargo (2010), este processo de mudança tem que ser realizado de acordo com cada localidade, levando em consideração o processo histórico sociocultural, a organização social e territorial. Tudo isso depende das relações homem/natureza, de seus valores e símbolos. Nesse sentido, a narrativa aqui apresentada evidencia essa perspectiva, pois o protagonismo das organizações e movimentos sociais de agricultores familiares da Zona da Mata e a importância do apoio da pesquisa e da extensão da UFV,

que, conjuntamente, viabilizaram o aprimoramento e divulgação da Homeopatia na agropecuária.

### Considerações finais

A Homeopatia na Agropecuária é uma realidade, especialmente na Zona da Mata de Minas Gerais, região pioneira no processo de construção e expansão desse conhecimento, seja pela experimentação/pesquisa, seja por sua aplicação, principalmente na agricultura. Os processos populares de divulgação e de demanda por conhecimentos sobre a Homeopatia na Zona da Mata de Minas Gerais mereciam ser estudados, pois a utilização da Homeopatia na agricultura já pode ser constatada entre muitos os/as agricultores(as) vinculados, ou não, ao movimento sindical dos trabalhadores rurais da região. A carência de sistematização de registros de como se deu esse processo é o que justificou essa proposta de estudo. Assim, os dados aqui organizados visam melhor compreensão do processo de geração e popularização deste conhecimento na Zona da Mata Mineira e na UFV.

Além disso, observa-se que a humanidade passa por um momento de transição do pensamento em relação a sua interação com a natureza. Está sendo exigido do ser humano o afloramento de uma consciência mais integrativa com meio em que se vive. Ao observar a realidade agrária e agrícola brasileira, diante da crise socioambiental, é necessário fazer *agriculturas* que respeitem os direitos da natureza, da agrobiodiversidade e a dignidade humana.

### Referências

ANDRADE, F. M. C.; CASALI, V. W. D. Homeopatia, agroecologia e sustentabilidade. 2011. **Revista Brasileira de Agroecologia**, n. 6. v.1. p. 49-56.

ANDRADE, F. M. C. **Homeopatia no Crescimento e Produção de Cumarina em Chambá (*Justicia pectoralis* Jacq.)**. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia (Produção Vegetal) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa-MG. 1999.

CAMARGO, P. Fundamentos da transição agroecológica: racionalidade ecológica e campesinato. São Paulo: **Revista Agrária**, n. 7. p. 156-181, 2007.

CASALI, V. W. D. *et al.* Homeopatia: terapêutica com base científica. //: **Homeopatia: bases e princípios**. Viçosa: UFV/DFT. 2006. p. 23- 27.

CAPORAL, F. R. Sobre as bases epistemológicas e o que é Agroecologia. I: CAPORAL, Francisco Roberto e COSTABEBER, José Antônio (Org.). **Agroecologia: uma ciência do campo da complexidade**. Brasília: MDA. 2009. p. 16-27.

**Cartilha TERAPIAS Naturais: Direitos e Ações**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2008.

COMERFORD, J. Como uma família: Sindicatos de Trabalhadores Rurais da Zona da Mata Mineira 1984 - 2000. *In*: FERNANDES, B. M. *et al.* (Org.). **Lutas Camponesas Contemporâneas: condições, dilemas e conquistas**. vol.1: O campesinato como sujeito político nas décadas de 1950 a 1980. São Paulo: Editora UNESP; Brasília, DF: Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural, 2009. p. 307- 324.

CUPERTINO, M. C. **O conhecimento e a prática sobre homeopatia pela família agrícola**. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa – MG. 2008.

FORTINI, R. **Saúde Alternativa. Alternativa a que?** Revista Mundo Jovem (2009). 2001.

KNORR-CETINA, K. D. **Scientific communities or trasepistemic arenas of research? A critique of quase-economic models of science**. *Social Studies of Science*. London: SAGE, 1982. v. 12, p. 1001-1030.

LISBOA, S. P. *et al.* Organon da Arte de Curar com Homeopatia. *In*: **Nova visão dos organismos vivos e o equilíbrio pela homeopatia**. Viçosa: UFV/DFT. 2005. p. 30–98.

LOBÃO, A. O. **Homeopatia, 157 anos no Brasil**. Jornal de Piracicaba/Piracicaba:1997. [http://www.cesaho.com.br/biblioteca\\_virtual/arquivos/arquivo\\_328\\_cesaho.pdf](http://www.cesaho.com.br/biblioteca_virtual/arquivos/arquivo_328_cesaho.pdf).

LUZ, M. T. **A arte de curar versus a ciência das doenças: história social da homeopatia no Brasil**. 2 Ed.- Porto Alegre: Rede UNIDA, 2014.

RIBEIRO, A. P., COELHO, F. M. G. **História da ciência da Homeopatia para a Agropecuária e sua popularização na Zona da Mata Mineira**. Cadernos de Agroecologia v. 10, n. 3, 2015.

VITHOUKAS, G. **Homeopatia: ciência e cura**. São Paulo: Cultrix, 1980.

# CAPÍTULO 17

## HOMEOPATIA E AGROECOLOGIA: DA TEORIA ÀS PRÁTICAS AGRÍCOLAS

Steliane Pereira Coelho, Aline Corrêa Coelho e Francês e Heveraldo Pereira Coelho

### Introdução

A Agroecologia pode ser definida como uma ciência em que resulta a busca por diferentes correntes da agricultura alternativa. Tem como resposta aos críticos destes movimentos sendo uma nova agricultura integrada ao meio ambiente (ASSIS, ROMEIRO, 2002). Mais recentemente, a Agroecologia pode ser definida como uma ciência que orienta a aplicação dos princípios e conceitos ecológicos ao desenho e gestão de agroecossistemas sustentáveis. Sendo descrita em grande parte por bases científicas para o desenvolvimento da agricultura alternativa ou sustentável (KOHLENER, NEGRÃO, 2018). Reivindicando a aplicação de um enfoque distinto daquele utilizado pela pesquisa agrícola convencional. A Agroecologia respeita os ciclos da natureza, valoriza os conhecimentos e as capacidades dos agricultores (CAPORAL, COSTABEBER, 2004).

Os movimentos alternativos defendem a re-localização e argumenta que a agricultura deve ter um status especial no mercado. Afim disso, novas práticas estão se tornando comuns e são apoiadas por novos padrões de consumo rural / urbano. Essas práticas estão embutidas em uma ideologia que considera os seres humanos como parte dos ecossistemas. Entre essas práticas estão a biodinâmica, e Permacultura, a Agroecologia e muitas outras, às vezes reunidas sob o termo Agricultura de conservação (BRANDENBURG, 2002). Eles têm em comum o fato de estarem fortemente ligado a conjuntos de conceitos como respeito, harmonia, território, conhecimento tradicional, soberania e sociedade.

A soberania alimentar e a Agroecologia andam de mãos dadas, pois ambas são propensas ao respeito e um potencial ecológico local, fortalecendo assim a agricultura familiar e camponesa sob as pressões do mercado (KOHLENER, NEGRÃO, 2018). Sendo assim associado à preservação de saúde ou a um estilo de vida anticonsumista, são todos movimentos de reação e de contestação ao domínio técnico industrial e crítico à agricultura de insumos químicos (ASSIS, ROMEIRO, 2002; BRANDENBURG, 2002).

A inserção da homeopatia na agricultura, como prática geral, tem o objetivo de levar saúde ao meio rural (ANDRADE, CASALI, 2011). E principalmente a família agrícola que trabalha com a terra e está a frente com os desafios impostos pelas políticas agrárias, sendo estas direcionada às grandes tecnologias e commodities do país. As técnicas agroecológicas abordadas no meio rural têm como base os resgates dos agricultores que cultivavam e produziam alimento sempre pensando

no bem-estar do todo. Tais práticas têm como base os princípios da Homeopatia e as leis de cura. Sendo assim, o agricultor pode fazer da terra um lugar para produzir alimento sem veneno e sem resíduos tóxicos para sua saúde, dos produtos, dos consumidores e conseguinte para o cuidado do ambiente solo, fauna e flora (ANDRADE, CASALI, 2011).

## A Ciência da Homeopatia

A Homeopatia foi desenvolvida pelo médico alemão Samuel Hahnemann no final do século XVIII, primeiramente, utilizada no tratamento de moléstias em seres humanos. Atualmente a ciência da homeopatia é aplicada a todos os organismos: pessoas, plantas, animais, solo e água. A Homeopatia não é prática exclusiva dos médicos pois seus conhecimentos podem ser aplicados a outras áreas (CASALI, 2014). Samuel Hahnemann demonstrava muito incomodo com as práticas da medicina naquela época e deixou de clinicar passando a dedicar-se a busca incessante do “pensamento fundamental da verdadeira arte de curar” (SCHMIDT, 2010). Durante o processo de pesquisas e descobertas experimentava nele mesmo várias substâncias anotando todos os sintomas produzidos.

A primeira auto experimentação foi da planta *China officinalis*. Esta planta produz no organismo sadio os sintomas da febre intermitente, e também pode curá-la, ou seja, a febre cura a febre. Surgia então o primeiro princípio da Homeopatia: *Similia similibus curator*, semelhante cura semelhante (CASALI et al., 2006).

A ciência da Homeopatia é um modelo terapêutico empregado mundialmente e tem despertado o interesse crescente de usuários, estudantes de medicina, médicos e agricultores nas últimas décadas, por propiciar uma prática segura, barata e que se propõe a entender e tratar o doente e a doença segundo uma abordagem global e integrativa, valorizando os diversos aspectos da individualidade do organismo (TEIXEIRA, 2006). A homeopatia analisa o organismo de forma holística, ou seja, visa a complexidade do organismo como um todo. O ser humano é considerado em seus aspectos físicos, emocionais e energéticos; e nas plantas e animais é analisado também o ambiente que a cerca, ou seja, o histórico dos agroecossistemas.

A cura pela Homeopatia busca restaurar e recuperar o equilíbrio da totalidade dos indivíduos/organismos. Os sintomas não são doenças, quando tratamos os sintomas as doenças continuam (CASALI et al., 2006). No tratamento homeopático busca-se tratar a causa dos sintomas, ou seja, visa tratar a doença que é o desequilíbrio. Para isto a ciência da homeopatia trabalha com três princípios básicos: o princípio de semelhança; princípio da experimentação e princípio da dose mínima. Esses três princípios estão intimamente inter-relacionados. São eles:

a) Princípio da similitude: A Homeopatia se fundamenta na lei *semelhante cura semelhante*. De acordo com este princípio, qualquer substância que possua a propriedade de despertar sintomas, de qualquer ordem, no experimentador sadio, será capaz de curar, em doses adequadas, o organismo enfermo com sintomas semelhantes (LISBOA et al., 2005). Assim, a substância homeopatizada (diluída e succussionar) que gera sintomas no organismo sadio, quando dada ao doente com sintomas semelhantes, causa o estado de equilíbrio.

b) Princípio da Experimentação: consiste em testar as substâncias homeopáticas em organismos sadios, com o objetivo de gerar sintomas. Os sintomas físicos, emocionais,

mentais, as sensações e as alterações são anotadas e documentadas (CASALI *et al.*, 2006). Desta forma o método da experimentação em organismos vivos sadios propicia o conhecimento das propriedades terapêuticas das substâncias homeopatizadas.

c) Princípio da dose mínima: consiste em diluir a substância a ser administrada. Samuel Hahnemann preferia usar sempre doses bem pequenas das substâncias para reduzir riscos de toxicidade, visando ter somente o efeito benéfico. Em seguida fez a grande descoberta: adicionar energia cinéticas às diluições, agitando-as por meio as sucussão. A combinação da diluição com a sucussão é denominado dinamização.

A Homeopatia é de fácil manipulação, não há riscos de contaminação da pessoa ou ambiente, é uma tecnologia social que traz independência e saúde para os agricultores e para quem a utiliza. A inserção da homeopatia no meio rural contribui com o desenvolvimento agrossistemas mais saudáveis e sustentáveis através da substituição dos agroquímicos pelos preparados homeopáticos que não deixam resíduos no ambiente; pela economia de recursos pois o preparado homeopático é barato e acessível. A Homeopatia não gera dependência. A inserção da Homeopatia na agricultura leva saúde ao meio rural. Como primeira consequência ocorre a diminuição e/ou eliminação do uso de agrotóxicos e de todo pacote com adubos e fertilizantes que geram dependência ao agricultor. Adotando os princípios da Homeopatia o agricultor consegue produzir alimentos livres de produtos tóxicos (ANDRADE, CASALI, 2011).

#### *Elaboração de preparados homeopáticos*

Na elaboração dos preparados homeopáticos utilizam-se substâncias de origem animal, mineral vegetal e até produtos da indústria (inclusive a farmacêutica) além de microrganismos, seguindo normas precisas e definidas pela Farmacopéia Homeopática (CASALI *et al.*, 2006).

Para iniciar o preparo de uma homeopatia, primeiramente, é necessário fazer a tintura mãe. A tintura mãe é uma extração alcoólica do produto a ser utilizado, a partir dela serão feitas às dinamizações. A tintura mãe é feita colocando-se a substância em contato com solução alcoólica de graduação adequada para que os princípios ativos da planta sejam retirados, passando para a solução.

As diluições podem ser feitas em diferentes proporções ou escalas. A mais comum é na proporção de 1:100, também chamada escala centesimal. Para fazê-la, usamos 1 parte da tintura mãe para 99 partes de solução água/álcool. É a mais comum e foi preconizada por Hahnemann. Mas existe a preparação na escala decimal, preparada na proporção de 1:10, isto é, 1 parte da tintura mãe para 9 partes de solução hidroalcoólica. No preparo usamos uma solução hidroalcoólica para diluir (álcool a 30 % a 20 %). Após cada diluição faz-se a sucussão com 100 agitações. O processo de diluir e sucussionar é conhecido como dinamização. A cada diluição + sucussão tem-se uma nova dinamização (CASALI, 2014).

As agitações podem ser feitas manualmente (através de movimentos ritmados) ou através de um equipamento chamado de braço mecânico. A dinamização dos preparados homeopáticos assim produzidas são chamadas de CH, porque foram feitas através da escala centesimal (por isto C) utilizando o método hahnemanniano (H) (CESAR, 2019).

### *Nosódios*

Na agricultura são muito utilizados os nosódios ou isoterápicos. Neste processo, o próprio causador da doença (fungos, vírus, bactérias, insetos herbívoros, etc) é utilizado como fonte para obtenção da tintura mãe e medicamento de cura. A vantagem é de o produtor poder preparar o nosódio em sua propriedade, propiciando autonomia e independência.

Para preparação deve ser priorizado a coleta do agente causador do desequilíbrio no auge de seu ataque. Não deve usar insetos mortos ou enfraquecidos, por exemplo. Para cada doença ou inseto, é necessário fazer um preparado separado. O processo de preparação do nosódio segue os mesmos procedimentos descritos para fazer a homeopatia. Recomenda-se utilizar aplicações de nosódio na dinamização acima de 5 CH (CASALI, 2014).

### **Radiestesia**

A Radiestesia associada à homeopatia é uma ferramenta simples, eficiente, libertadora e de grande valor no meio rural. Os agricultores utilizam instrumentos radiestésicos, como por exemplo, o pêndulo, relatando maior capacidade de decisão, favorecendo o autonomia e independência da assistência técnica (ANDRADE, CASALI, 2011). Com a radiestesia é possível determinar qual homeopatia e/ou nosódio utilizar, em qual dinamização, a dose e a frequência a ser utilizada.

Existem diversos instrumentos radiestésicos: A Varinha, consiste em duas hastes em forma de "V", muito utilizada em prospecção de água; o Pêndulo, constituído por um objeto esférico suspenso por um fio; Dual Rod, consiste em duas varinhas paralelas que se cruzam em forma de "X" ao encontrar resposta negativa (SILVEIRA, 2011). O pêndulo é um instrumento bem conhecido entre os agricultores.

### **Plantas medicinais**

O homem possui relação antiga com as plantas, uma vez que os usos dos recursos vegetais são os mais diversos e importantes, como é o caso da alimentação e das funções medicinais. As plantas medicinais foram o principal recurso terapêutico utilizado para tratar a saúde das pessoas e de suas famílias durante muito tempo. Apesar da indústria farmacêutica ser forte e difundida, muitas pessoas ainda utilizam de práticas complementares para cuidar da saúde, como uso das plantas medicinais, empregada para aliviar ou mesmo curar algumas enfermidades (BADKE *et al.*, 2011). O uso de plantas medicinais é mais barato para a população mais carente.

O uso dos recursos da medicina alternativa antes estava situado às margens das instituições de saúde, atualmente trabalha para difundir-se no meio que predomina as práticas alopáticas. Um passo importante no Brasil foi a criação da Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares pelo Sistema Único de Saúde (SUS), instituída pela portaria nº 971, de 03 de maio de 2006. Esta política tem por objetivo apoiar, incorporar e implementar as opções terapêuticas aos usuários do SUS, com garantia de acesso às plantas medicinais, a fitoterápicos e a serviços relacionados à fitoterapia.

O conhecimento sobre os benefícios das plantas medicinais é passado através de gerações pelos povos tradicionais e pessoas mais velhas; e também através de

publicações de livros e artigos (GIRALDI, HANAZAK, 2010). Muitas plantas medicinais são a base de homeopatas e também são utilizadas na forma de chás, extratos, banhos e para purificar ambientes. As plantas podem ser utilizadas secas ou frescas, sendo utilizadas folhas, cascas, raízes, sementes ou frutos, variando de acordo com a espécie.

O uso das plantas medicinais também pode ser aplicado aos animais (bovinos, aves, suínos, equinos, caprinos), tanto na prevenção quanto na recuperação da saúde dos animais. Muitas plantas possuem ação anti-vermífuga, ação antiparasitária (carrapatos, bernes etc.) e ação antimicrobiana (ESCOSTEGUY, 2018).

Na agricultura as plantas medicinais são utilizadas em consórcios atuando como repelentes de insetos ou seu extrato no controle de dos mesmos e de doenças. Muitas plantas medicinais possuem efeitos inseticidas. As espécies *Foeniculum vulgare* (funcho), *Mentha piperita* (hortelã-pimenta), *Ocimum basilicum* (manjeriço) e *Ruta graveolens* (arruda) são de usadas em consórcios e atuam como repelentes e companheiras, além de possuírem propriedades medicinais, aromáticas, condimentares, entre outros (CARVALHO *et al.*, 2009).

Atualmente é possível encontrar alguns produtos comerciais à base de componentes naturais. A planta conhecida popularmente como nim (*Azadirachta indica*), é a mais difundida na agricultura pelo seu efeito nematicida, bactericida e fungicida. Além de possuir ações repelente, ovicida, larvicida de alguns insetos já adultos. O óleo de alho tem aplicabilidade no controle do míldio, mancha de *Alternaria*, ferrugem, mancha de *Helmintho sporium* (MORAIS, 2013).

## Experiências práticas

### *Agricultura*

A inserção da homeopatia na produção de alimentos é uma ferramenta que auxilia na disponibilização de alimentos saudáveis, orgânicos e agroecológicos. Muller e Toledo (2013), constataram que o uso de preparados homeopático sem cultivo protegido de tomate reduziu os problemas fitossanitários, ou adiaram o seu aparecimento. Também houve aumento do vigor e vitalidade das plantas de tomate, que se desenvolveram de maneira mais uniforme e rápida com menor perda por distúrbios fisiológicos, como o fundo preto do fruto do tomate por exemplo. Assim, o uso da homeopatia também reduziu os gastos com produtos fitossanitários. Resultados semelhantes também foram encontrados em propriedade familiar no município de Guidoal – MG. A propriedade em questão utiliza a Homeopatia e outras tecnologias alternativas no tratamento de pessoas, animais e na produção agrícola, com destaque para a produção da cultura do tomate (*Solanum lycopersicum*). A propriedade está localizada no município de Guidoal, Zona da Mata de Minas Gerais. É uma cidade com 27 % da população vivendo na zona rural que produz principalmente cebola, tomate, pimentão, banana e hortaliças (IBGE, 2017).

Uma das grandes vantagens da utilização da Homeopatia na cultura do tomate na propriedade foi a redução expressiva dos custos de produção. O custo de produção da cultura do tomate é alto e o uso de agrotóxicos e fertilizantes pode ultrapassar 30 % do custo total (CEPEA, 2017).

Como a propriedade estava passando por um processo de transição da agricultura convencional para a agroecológica, foi necessário utilizar uma homeopatia para desintoxicar a planta e o solo, devido o resíduo de adubos e agrotóxicos. Foi

utilizada a homeopatia Nux vômica CH6 para desintoxicação. Antes de implantar a lavoura e durante o ciclo da cultura do é utilizado uma homeopatia de fundo, o Sulphur CH12. Esta homeopatia tem a função de preparar o ambiente para receber os demais tratamentos homeopáticos. Esta é utilizada também para um grande número de doenças. Toledo (2009) avaliaram o efeito de Sulphur e Ferrum sulphuricum para controle da pinta preta (*Alternaria solani*) em tomateiro e mostraram que estas homeopatias foram eficientes no controle de 36 % a 73 % da pinta preta do tomateiro.

Utiliza-se a homeopatia Tuia CH6 para obtenção de frutos sadios e com maior qualidade, evitando a má formação dos frutos de tomate. A aplicação é feita durante o período de frutificação. A Silicia CH7 é aplicada ao longo ciclo da cultura para conferir resistência física as plantas e ao ataque de insetos herbívoros.

Os nosódios são utilizados para o controle de herbívoros de doenças das plantas. A mosca-branca (*Bemisia tabaci*) é um dos principais insetos herbívoros que atacam o tomateiro na região de Guidoal – MG, sendo considerado o inseto que mais causa danos ao cultivo de tomate, e pode causar grandes perdas em produtividade. A mosca-branca é bastante agressiva e de difícil controle. Este inseto pode causar danos diretos e indiretos. De maneira direta estão relacionados à sucção da seiva e injeção de toxinas que causam perda de vigor, maturação irregular dos frutos que se tornam internamente esbranquiçados e com aspecto esponjoso (CARVALHO *et al.*, 2015).

No entanto, o principal dano causado pela mosca branca no tomateiro é indireto, devido à transmissão de geminivírus. Esta virose causa geralmente clorose entre as nervuras na base do folíolo que evolui para um mosaico-amarelo podendo refletir em perdas na produtividade de 30 a 100 % (CARVALHO *et al.*, 2015).

Na propriedade, aplica-se nosódio da mosca branca CH9 no tomateiro durante todo ciclo da cultura, obtendo assim, um excelente controle de insetos herbívoros. Também utiliza nosódio na dinamização CH9 para controlar a doença vira-cabeça-do-tomateiro causado por vírus pertencentes ao gênero Tospovirus. Esta doença é muito agressiva e pode levar a perda das plantas afetadas e a produção de frutos inaptos à comercialização (HASEGAWA, 2016). Para o controle das Geminiviroses utiliza-se o nosódio da doença na dinamização CH9. Vale ressaltar que não existe agrotóxicos registrados que controlem esta doença, mas o agricultor conseguiu controlar esta doença utilizando o nosódio.

Na propriedade utiliza-se o nosódio do mofo-do-tomateiro (*Sclerotinia sclerotiorum*) na dinamização CH9, doença que ataca as folhas das plantas e também o nosódio da doença requeima-do-tomateiro (*Phytophthora infestans*) na dinamização CH9. Esta doença é extremamente agressiva e ataca a planta durante todo o ciclo.

Como resultado do uso dos preparados homeopáticos obtêm-se uma lavoura sadia e produtiva (Figuras 1 e 2), livre da utilização de agrotóxicos. Os preparados homeopáticos ajudam a proporcionar o equilíbrio do ambiente agrícola e assim diminui a incidência de insetos herbívoros e doenças de plantas. Além disso, o agricultor trabalha em um ambiente seguro, sadio e produz alimentos de qualidade. Com a homeopatia o agricultor se torna um experimentador ao testar as homeopatias e ao observar os resultados para assim ajustar o que é adequado para sua propriedade. Pois no tratamento homeopático não existe receita pronta, cada ambiente possui seu histórico, clima e tipo de solo que devem ser manejados de acordo com suas particularidades, como o uso do EM, preparados homeopáticos para controle de insetos herbívoros e possíveis doenças que as plantas possam adquirir.



**Fonte:** Autores.

**Figura 1.** Plantas de tomate em pleno desenvolvimento tratadas com preparados homeopáticos livres de ataque de insetos herbívoros e doenças como fungos, bactérias e vírus.

Mas é importante ressaltar que a utilização de uma única ferramenta dificilmente irá proporcionar o equilíbrio da propriedade e boa produtividade das culturas. No manejo agroecológico, a Homeopatia é uma ferramenta muito importante, porém o agricultor agroecológico busca sempre diferentes manejos do solo, da adubação e das culturas os quais contribuam para a sustentabilidade do agroecossistema, como a diversificação de culturas, os consórcios, a rotação de culturas, os adubos verdes, as caldas alternativas, o EM, os biofertilizantes, o manejo integrado de insetos e doenças, dentre outros.



**Fonte:** Autores.

**Figura 2.** Tomateiro no período produtivo tratado com preparados homeopáticos.

Para auxiliar no controle de insetos, foi utilizado na propriedade armadilhas para captura de mariposas (Figura 3). As mariposas ovipositam nas flores do tomateiro e posteriormente as larvas atacam os frutos. As armadilhas diminuem a incidência do

chamado bicho-do-tomate. As mariposas possuem hábito noturno, as lâmpadas são mantidas acesa no período noturno para que ocorra a captura.



**Fonte:** Autores.

**Figura 3.** Armadilhas utilizadas na captura de mariposas.

### *Pessoas*

A Organização Mundial da Saúde (OMS) apoia e recomenda práticas alternativas de tratamento cujo objetivo é melhorar a saúde e salvar vidas. A OMS estimula a inserção destas práticas no sistema de saúde, além disso aponta as práticas alternativas como uma parte importante do sistema de saúde. No Brasil, foi aprovada em 2006 a Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares no Sistema Único de Saúde. Esta normativa regulamenta o uso de práticas alternativas na saúde como a Homeopatia e a fitoterapia, com o objetivo de garantir às pessoas e à coletividade condições de bem-estar físico, mental e social, como fatores determinantes e condicionantes da saúde (BRASIL, 2006).

Na propriedade, o agricultor utiliza homeopatia na atividade agrícola e também realiza tratamentos com homeopatia e plantas medicinais em pessoas. Sua atuação com a Homeopatia teve início após a realização do Curso de Extensão de Homeopatia realizado pela Universidade Federal de Viçosa.

### *Animais*

A Homeopatia pode ser utilizada em todos os animais: animais domésticos (como os cães e gatos); bovinos; suínos; peixes; equinos e aves. A Homeopatia aplicada aos animais é uma realidade que tem apresentado excelentes resultados com inúmeras vantagens em sua utilização: fácil administração e ingestão; baixo custo; não há restrições de uso; ausência de efeitos colaterais; ausência de riscos de contaminação de leite, carne e ovos (PIRES, 2005).

Os nosódios são bastante utilizados no tratamento de animais, principalmente em infestação de carrapatos, mosca do chifre, bernes, vermes e moscas domésticas em bovinos.

Na propriedade, o tratamento de animais com homeopatia é feito principalmente em bovinos. O produtor utiliza um complexo de homeopantias que é dado aos animais através do sal. As homeopantias utilizadas são: Sulphur CH 12; Nux vômica CH 12; Tuia CH 6 utilizado em casos de febre bovina; utiliza os nosódios de berne, mosca do chifre e carrapato. Para dar os preparados homeopáticos aos bovinos, os preparados são aplicados no açúcar e posteriormente no sal na proporção de 1 Kg de açúcar para 25 kg de sal bovino. Os resultados são obtidos foram satisfatórios, sendo assim, proporcionou um rebanho sadio.

#### *Microorganismos Eficientes (EM)*

O EM é formado pela comunidade de microrganismos encontrados naturalmente no solo e em plantas. Sendo composto principalmente por leveduras, bactérias, fungos e actinomicetos. O EM é utilizado em diversos países, no Brasil sua utilização foi iniciada pela Fundação Mokiti Okada praticantes da Agricultura Natural (CASALI, 2011).

Os microrganismos são coletados do solo com uma isca passam por um processo de fermentação anaeróbica, sendo usado o melado de cana-de-açúcar como fonte de energia (Figura 4). Os microrganismos devem ser capturados em solo saudável na mata. A produção do EM pelo agricultor é fácil, barata, segura e de alta qualidade. Porém, já existe o EM comercial produzido por algumas empresas como a Fundação Mokiti Okada.



**Fonte:** Autores.

**Figura 4.** Isca utilizada para coletar os microrganismos do solo após a coleta (à esquerda). EM pronto para utilização após processo de fermentação (à direita).

O EM é um produto muito versátil com inúmeras utilizações, dentre elas: elevar a diversidade de microrganismos benéficos no solo; melhorar a fertilidade do solo; biofertilizante e controle de doenças de plantas e sementes (CASALI, 2011). Pode ser usado, inclusive, no meio urbano em aterros sanitários, limpeza de água, resíduos e casas.

Na propriedade, o agricultor utiliza o EM em todas as culturas cultivadas. A aplicação é feita no solo ao longo do ciclo das culturas. Os efeitos observados são o controle de doenças especialmente causadas por fungos e também a obtenção de plantas mais saudáveis e resistentes.

## Considerações finais

A partir dos respectivos resultados, foi considerado essencial o cuidado, preparação e manejo que os agricultores possuem, sendo o manejo o mais importante, pois agrega o contato entre o agricultor, solo, planta e ambiente. A Homeopatia como prática fundamental para a agricultura, resultou em um ambiente mais saudável tanto para as plantas e solo quanto para o agricultor, sendo esta, uma prática fundamental para a produção de alimentos.

## Referências

- ANDRADE, F. M. C.; CASALI, V. W. D. Homeopatia, agroecologia e sustentabilidade. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 6, n. 1, p. 49-56, 2011.
- ASSIS, R. L.; ROMEIRO, A. R. Agroecologia e agricultura orgânica: controvérsias e tendências. **Desenvolvimento e meio ambiente**, v. 6, p. 67-80, 2002.
- BADKE, M. R.; BUDÓ, M. L. D.; MACHADO, F.; RESSEL, L. B. Plantas medicinais: o saber sustentado na prática do cotidiano popular. **Escola Anna Nery**, v. 15, p.132-139, 2011.
- BRASIL. Portaria Nº 971, de 03 de maio de 2006. **Aprova a Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares no Sistema Único de Saúde**. Disponível em: <[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2006/prt0971\\_03\\_05\\_2006.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2006/prt0971_03_05_2006.html)> Acesso em: 13 de setembro de 2019.
- BRANDENBURG, A. Movimento agroecológico: trajetória, contradições e perspectivas. **Desenvolvimento e meio ambiente**, v. 6, p. 11-28, 2002.
- CARMO, A. M. Homeopatia em gado de corte. Anais. *17*. I Conferência Virtual Global sobre Produção Orgânica de Bovinos de Corte. **Embrapa**, 2002.
- CARVALHO, S. S. *et al.* Efeito inseticida sistêmico de nanoformulações à base de nim sobre *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) biótipo B em tomateiro. **Bragantia**, v. 74, n. 3, p. 298-306, 2015.
- CASALI, V. W. D. **Caderno de Homeopatia: Instruções práticas geradas por agricultores sobre o uso da homeopatia no meio rural**. Viçosa: UFV, ed. 4, 2014.
- CASALI, V. W. D. **Caderno dos Microrganismos Eficientes (EM): Instruções práticas sobre uso ecológico e social do EM**. Viçosa: UFV, ed. 2, 2011.
- CASALI, V. W. D. *et al.* **Homeopatia: bases e princípios**. Viçosa: UFV; DFT, 2006.
- CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA - CEPEA. **Saiba quanto custa produzir tomate no Brasil. 2017**. Disponível em: <<https://canalrural.uol.com.br/noticias/saiba-quanto-custa-produzir-tomate-brasil-68054/>> Acesso em: 13 de setembro de 2019.

CESAR, A. T. **Preparo dos medicamentos homeopáticos**. Disponível em: <<http://www.bvshomeopatia.org.br/saladeleitura/texto6preparomedicamentoshomeopaticos.htm>> Acesso em: 12 de setembro de 2019.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. **Agroecologia: alguns conceitos e princípios**. 2004.

ESCOSTEGUY, A. **Uso de plantas bioativas e medicinais em animais**. Portal animais ecológicos, 2018. Disponível em: <<https://ibem.bio.br/uso-de-plantas-bioativas-e-medicinais-em-animais/>> Acesso em: 30 de setembro de 2019.

GIRALDI, M.; HANAZAK, N. Uso e conhecimento tradicional de plantas medicinais no Sertão do Ribeirão, Florianópolis, SC, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 2, n. 24, p. 395-406, 2010.

HASEGAWA, J. **O Complexo Do Vira-Cabeça Do Tomateiro: Epidemiologia E Manejo**. Seminis, 2016. Disponível em: <<https://www.seminis.com.br/o-complexo-vira-cabeça-tomateiro-epidemiologia-e-manejo/>> Acesso em: 17 de setembro de 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Agropecuário**, 2017. <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/guidoval/pesquisa/24/76693>> Acesso em: 16 de setembro de 2019.

KOHLER, F.; NEGRÃO, M. The homeopathy/agroecology nexus: a discourse-centered analysis in a Brazilian agrarian settlement. **Dialectical Anthropology**, v. 42, n. 3, p. 241-255, 2018.

LISBOA, S. P. *et al.* **Nova visão dos organismos vivos e o equilíbrio pela Homeopatia**. Universidade federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2005.

MORAIS, L. A. S. Plantas Medicinais e Aromáticas como Defensivos Naturais. Casa da Agricultura: **EMBRAPA**, 2013.

MÜLLER, S. F.; TOLEDO, M. V. Homeopatia na produção de tomate em cultivo protegido. Anais.../n. VIII **Congresso Brasileiro de Agroecologia**, Cadernos de Agroecologia, v. 8, n. 2, 2013.

PIRES, M. F. A. **A homeopatia para os animais**. Comunicado Técnico 46.

SCHMIDT, M. T. The concept of health – in the history of medicine and in the writings of Hahnemann. **Homeopathy**, v. 99, n. p. 215-220, 2010.

SILVEIRA, J. C. **Caderno de radiestesia**. Viçosa: UFV; DFT, 2011.

TEIXEIRA, M. Z. Homeopatia: ciência, filosofia e arte de curar. **Revista de Medicina**, v. 85, n. 2, p. 30-43, 2006.

TOLEDO, M. V.; STANGARLIN, J. R.; BONATO, C. M. Uso dos medicamentos homeopáticos *Sulphure Ferrum* *sulphuricum* no controle da doença pinta preta em tomateiro. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4 n. 2, 2009.

# CAPÍTULO 18

## AGROECOLOGIA E EPIGENÉTICA

Vicente Wagner Dias Casali, Adalgisa de Jesus Pereira  
e Steliane Pereira Coelho

### Introdução

Epigenética significa ao redor, além da genética ou acima, “posição superior”, ou seja, algo que é hierarquicamente mais que a genética. Em 1975 foi publicado o trabalho que pioneiramente propôs a metilação do DNA como fenômeno de regulação da expressão gênica e a metiltransferase como responsável pelos padrões de metilação. Os fenótipos são influenciados por mecanismos epigenéticos do “sistema epigenético de informação” e esta influência herdável na divisão celular, não causa mudança nas sequências de nucleotídeos do DNA (JABLONKA, LAMB, 2016).

Na cromatina, do núcleo das células, estão o DNA e as proteínas histonas organizados como nucleossomos (estrutura repetitiva). As histonas, por meio de modificações, expõem mais intensamente ou menos, o DNA (gene) visando ser transcrito. O sistema epigenético de informação é responsivo ao ambiente que então provoca modificações nos mecanismos epigenéticos transmissíveis aos descendentes (JABLONKA, LAMB, 2005).

Os mecanismos epigenéticos tem função interativa, com o ambiente e a nutrição, na expressão dos genes. Os efeitos epigenéticos estão presentes em neoplasias (95 % delas), nas intoxicações por fatores ambientais, no efeito materno sobre o comportamento dos descendentes e nos riscos da fecundação *in vitro*. O Sistema Epigenético de Informação é como o programa de computação, os genes são o maquinário. As modificações epigenéticas não alteram os produtos gênicos e respectivas funções, porém mudam o tempo de produção e a quantidade. A primeira modificação epigenética, a “metilação do DNA”, torna a transcrição do DNA menos possível. A hipermetilação do DNA desliga o gene. A segunda modificação epigenética envolve as histonas que sendo acetiladas ou metiladas afetam a estrutura da cromatina viabilizando a transcrição ou não. Pesquisadores tem mencionado que haveria o código das histonas com o propósito de direcionar respostas epigenéticas.

A terceira é a interferência do “RNA não codificante” que cancela ou diminui a intensidade da transcrição. Juntas, as três modificações recebem a denominação de epigenoma. Estudar epigenética na atualidade significa tomar conhecimento de alterações herdáveis codificadas pelo DNA e de alterações acrescidas de heranças promovidas por fatores ecológicos tanto da agricultura convencional ou de sistemas agroecológicos (BONASIO *et al.*, 2019; JABLONKA, LAMB, 2005).

## Estresse e Agroecologia

O registro de “memórias”, por pouco tempo, do estresse ecológico é conhecido pela denominação de “aclimatação”. Consta em textos de fisiologia ou fitotecnia, que essas memórias dependem da meia-vida das proteínas induzidas por estresse. Porém essa memória é ampliável por meio da reprogramação. As plantas nos sistemas agroecológicos ou no sistema convencional tem resposta epigenética de tolerância ao estresse. Os reguladores (RNA não codificante, metilação do DNA, modificação das histonas) das plantas, animais e humanos são ativados por impactos e provocam modificações epigenéticas que podem ser transitórias ou herdáveis (marcas epigenéticas) atravessando gerações (NICIURA, SARAIVA, 2014).

As condições ecológicas exercem pressões físicas sobre as plantas causando estresse, com destaque: a temperatura, período luminoso, condições do solo, condições do ar (umidade, qualidade), a presença de elementos estranhos à vida vegetal, a presença de microrganismos (fungo, bactéria, vírus). Essas pressões também sobre a variabilidade genética provocam a seleção natural e aclimatação. Quando a variabilidade é analisada com recursos da genética molecular pode ser detectada outra variação cuja origem é epigenética. A variabilidade epigenética provocada por causas ecológicas não é explicável pela análise das sequências de nucleotídeos do DNA. A variabilidade epigenética pode ser herdada ou não, e pode ser reversível. Porém é fundamental aos organismos por propiciar oportunidades de sobrevivência com rapidez. A Epigenética tem base teórica explicativa das influências ecológicas estressantes ou dos efeitos do ambiente no cultivo/crescimento das plantas, seja agroecológico ou convencional (JABLONKA, LAMB, 2006).

Assim a influência ecológica é fundamental no fenômeno epigenético que possibilita o mesmo genótipo expressar fenótipos distintos. O estresse ambiental induz mudanças epigenéticas na planta. Essas mudanças que passam a ser herdadas são conhecidas como marcas epigenéticas do organismo. E nas plantas o estresse provocado pelo ambiente agrônomico, inclusive, pode causar alterações profundas sem afetar a base estrutural bioquímica do DNA. A metilação do DNA conhecida como “modificação epigenética”, depende da especificidade do tecido vegetal e do estágio de desenvolvimento da planta, esse estágio é função das condições ecológicas (NICIURA, SARAIVA, 2014).

A vernalização das plantas é controlada epigeneticamente mediante a exposição à baixa temperatura. A expressão do gene FLC é controlado pela vernalização e reprimida por histonas modificadas que adquirem marcas como código (LIU *et al.*, 2010).

Dentre as causas do estresse genômico nas plantas é destaque a presença de patógenos nas folhas, frutos, flores, hastes e brotações em sistemas agroecológicos ou convencionais. A metilação do DNA, em condições normais agrônomicas ou por pressão ecológica, tem sido entendida também como método de controle e de repressão dos elementos transponíveis oriundos de patógenos. Assim, marcas epigenéticas podem ser afetadas, total ou parcialmente, por elementos transponíveis e essas mudanças são influenciáveis por fatores ecológicos. Tem sido citada como alterações mais comuns: mudanças na época de floração e no ciclo da planta e diminuição na fertilidade do pólen (LIU *et al.*, 2010).

## Ecologia e defesa das plantas

Os processos de crescimento e desenvolvimento das plantas são conhecidos por serem influenciados por fatores ecológicos. O efeito ecológico é traduzido nas plantas por meio do “Sistema Epigenético de Informação”. As plantas nos cultivos em sistemas agroecológicos ou convencionais respondem com alterações pertinentes a cada sistema. O metabolismo secundário vegetal é a primeira atividade da planta que proporciona respostas e mostra ações gênicas típicas de cada condição ecológica. Assim a informação epigenética vegetal em sistemas agroecológicos de cultivo resulta em respostas gênicas traduzidas primeiramente na forma de metabólitos secundários de defesa ou de ajuste, sempre na busca do equilíbrio da planta diante de pressões ecológicas. As respostas gênicas causadas por marcas epigenéticas também acontecem quanto a metabólitos primários (SAHU *et al.*, 2013).

## Ecologia e epigenética

Os fatores ecológicos do local de crescimento provocam mudanças nas plantas, notadamente na fase de maior intensidade de crescimento. Os efeitos ecológicos podem ser bastante sutis, de aparente pouco destaque no vegetal. Porém efeitos sutis foram observados no ambiente artificial e controlado da cultura de tecidos vegetais em que células de tecido somático podem ser diferenciadas e reprogramadas provocando modificações visíveis (GRATIVOL *et al.*, 2012).

Respostas epigenéticas causadas por mudanças ecológicas durante o cultivo podem causar distúrbios no crescimento. E algumas respostas podem ser visualizadas na análise citogenética, por exemplo, a fertilidade parcial provocada por alta temperatura.

As plantas estão continuamente desenvolvendo processos de adaptação epigenética às mudanças ecológicas. Sendo que as mudanças mais repentinas ou mais intensas são mais impactantes e estressantes. A vida animal e vegetal tem o recurso do Sistema Epigenético de Informação com mecanismos que podem prevenir o bom desempenho dos descendentes diante de mudanças ecológicas por meio das marcas epigenéticas nas gerações mitóticas (LAW, JACOBSEN, 2016).

As informações contidas no DNA do genoma, pela respectiva expressão gênica, permitem a planta responder ao estresse no sistema agroecológico e no sistema convencional de agricultura. A regulação epigenética possui recursos destinados a viabilizar a expressão de genes, assim como a inativação, seja por modificação das histonas, por RNA não codificante, e pela metilação do DNA. São os sinais ecológicos que induzem ações dos mecanismos epigenéticos. Os genes relacionados com adaptações demandam sinais do ambiente pois não são autônomos e na maioria do tempo estes genes estão inativos aguardando sinais ambientais traduzidos por modificações epigenéticas. O Sistema Epigenético de Informação mantém modificações que podem constituir marcas epigenéticas herdáveis (GRATIVOL *et al.*, 2012).

Considerando os organismos humanos como parte do estudo da Agroecologia há vários fatores do ambiente alterados pelos seres humanos que provocam disfunções, degenerações por meio do Sistema Epigenético de Informação. Dentre os mecanismos epigenéticos são destaque a metilação do DNA, e RNA não codificantes. Dentre as disfunções epigenéticas e degenerações humanas tem sido citada: síndrome de Rett, a

esquizofrenia, transtorno bipolar, mal de Alzheimer, neoplasia (câncer), dentre várias outras síndromes (JABLONKA, LAMB, 2006).

Os mecanismos epigenéticos tem a função de iniciar e manter a atividade do gene provocada pelo ambiente por meio da transmissão à descendência das marcas epigenéticas de ativar/silenciar genes. A integridade do genoma passado à geração seguinte, em qualquer condição ecológica, implica também em inativar sequências de nucleotídeos do DNA repetitivo e inativar transposons endógenos (JABLONKA, LAMB, 2006).

O conhecimento completo do DNA de algum componente do sistema agroecológico (planta, animal, humano, microrganismo) não é suficiente na previsão de riscos de saúde ou de disfunções fisiológicas. Os fatores ecológicos modificam o estado do organismo e dirigem, indiretamente e em parte, as ações gênicas, visando o bom desempenho e a adaptação dos organismos, via mecanismos epigenéticos (CASALI, 2015).

### **Regulação epigenética pelo ambiente**

Nos anos recentes a pesquisa mostrou claramente várias mudanças dinâmicas na cromatina. Mostrou que a biogênese do RNA não codificante contribui na mecânica da transcrição, assim como, na regulação pós-transcrição dos genes que expressam importantes respostas aos impactos advindos da agricultura convencional. Os mecanismos que envolvem a cromatina, a metilação do DNA ou RNA não codificante são conhecidos como regulação epigenética. As modificações das histonas são feitas por meio de metilação, acetilação e fosforilação principalmente. Essas modificações liberam os genes a serem transcritos ou não (CASALI *et al.*, 2018).

O resultado da regulação epigenética é a adaptação bastante rápida dentro dos limites do potencial gênico de cada espécie, variedade ou planta individual. O envolvimento dos mecanismos epigenéticos causando genótipos herdáveis e persistentes continua sendo alvo de estudos (CASALI, 2015).

Considerando a imobilidade ou demora relativa do início da fase reprodutiva, o vegetal capta os impactos pelos sinais ecológicos, assim como, a diversidade de efeitos do ambiente (no qual estão incluídos luminosidade, temperatura, umidade relativa, solo, água, insetos, seres humanos, poluentes, dentre tantos) ocorridos na fase vegetativa. Estes sinais do ambiente são captados pela regulação epigenética (ALLIS *et al.*, 2006).

Por algum processo físico, físico-químico, o vegetal registra os sinais dos efeitos ecológicos. A regulação epigenética depende destes sinais. Estes registros têm sido entendidos como parte funcional do Sistema Epigenético de Informação dentro das células. O que for registrado é passado às células da fase reprodutiva. Porém somente os registros epigenéticos serão transmitidos entre gerações se forem também transmissíveis por meiose ou por mitose. Então passam a constituir marcas epigenéticas. Essa interpretação é válida, pois os vegetais diferentemente dos animais, não possuem estrutura reprodutiva sexuada diferenciada na fase vegetativa. O estado epigenético ou os registros do Sistema Epigenético de Informação pela via sexuada podem ser passados adiante aos descendentes via sementes. Às plantas de propagação vegetativa este processo Sistema Epigenético de Informação, via sexuada, não é aplicado (ARANTES *et al.*, 2019).

Em razão da estabilidade estar mais presente nos sistemas agroecológicos de produção, o impacto epigenético na descendência genética é menos intenso comparado à agricultura convencional (CASALI, 2015).

Na ciência da epigenética é entendido que as relações fisiológicas de interação dos genes com fatores ecológicos direcionam o caminho da célula no seu desenvolvimento e sua função no tecido onde está, por meio da regulação epigenética. A ciência da epigenética estuda os mecanismos que geram o fenótipo herdável que não dependem exclusivamente do DNA, pois a regulação epigenética altera o fenótipo em resposta aos fatores ecológicos sem interferir nas sequências do DNA. Cada célula do organismo contém o mesmo DNA (o mesmo número de genes), a mesma informação genética. Porém os genes não têm autonomia e necessitam das regulações provenientes dos mecanismos epigenéticos (FRANCIS, 2015).

O sistema epigenético de informação, no tempo e no espaço do tecido, por meio da regulação epigenética, determina as funções da célula ou de seus produtos. Afinal, determina o fenótipo daquele tecido ou do organismo (planta/animal) na totalidade (CASALI *et al.*, 2018).

A primeira função do "Sistema Epigenético de Informação" é determinar por meio da regulação epigenética a diferenciação das células que vão possibilitar a formação do organismo pois os genes não tem autonomia. A segunda função é regular o funcionamento do organismo ativando, desativando ou diminuindo a intensidade das ações gênicas. A terceira função é o controle dos elementos transponíveis no genoma, mesmo que estes transposons tenham vindo de viroses, de patógenos e estarem já integrados ao genoma. A quarta função epigenética é na "impressão genômica", em que a regulação epigenética desliga uma das duas cópias do gene (em animais) (SAHU *et al.*, 2013).

A atividade dos mecanismos epigenéticos permite ao organismo reações rápidas às influências dos fatores ecológicos e o ajuste do fenótipo antecipadamente, o que significa rápida adaptação. O Sistema Epigenético de Informação é o processo intermediário entre o genoma e o ambiente (CASALI *et al.*, 2018).

A desorganização dos processos epigenéticos que atingem a regulação epigenética causa efeitos que podem ser muito prejudiciais. Nos humanos e nos animais de produção do sistema convencional, a metilação anormal provoca a neoplasia (câncer). É sabido que 95 % dos casos de neoplasia resultam de efeito ambiental (JABLONKA, LAMB, 2005).

As mudanças fenotípicas consequentes da regulação epigenética são mais frequentes comparadas às mutações. Assim possibilitam avanços evolutivos mais rápidos. As respostas às pressões do ambiente são mais rápidas, a frequência ou intensidade depende do desenvolvimento do organismo e podem ser reversíveis, são específicas de tecidos ambiental (JABLONKA, LAMB, 2006).

### **Agroecologia e alimentação**

Mecanismos epigenéticos exercem enorme influência na saúde e no equilíbrio, no reino vegetal e animal. Também propagam fenótipos nas gerações descendentes podendo os organismos gerados manifestarem base epigenética degenerada. Os componentes do sistema agroecológico (humanos, animais, plantas, microrganismos do

solo e da água) podem ser alterados epigeneticamente pelas fontes de energia próprias de cada reino, pelos poluentes ou substâncias estranhas (ARANTES *et al.*, 2019).

Os humanos como integrantes do sistema agroecológico, dependem da nutrição tendo em vista o melhor desempenho do Sistema Epigenético de Informação. Na alimentação humana o metabolismo do radical metil depende de substrato bioquímico ou das fontes fornecedoras de metionina, ácido fólico e betaína. Esses componentes da dieta e do metabolismo estando deficientes tem potencial de causar efeitos maternos no desenvolvimento inicial da descendência e depois nos mecanismos epigenéticos da geração futura (CASALI *et al.*, 2018).

O desafio atual é identificar e caracterizar os fatores ecológicos agentes de processos epigenéticos que interferem com a saúde de vegetais/animais provocando disfunções e descendências com informações epigenéticas indesejáveis ao avanço saudável das gerações. O estudo dos alimentos tem sido enorme desafio (BONASIO, REINBERG, 2009).

Fatores ecológicos, principalmente alimentação (dieta), toxinas, comportamento e estresse, provocam impactos nos organismos (nos órgãos/células) pertinentes. Como consequência ocorrem mudanças nas marcas epigenéticas. Essas modificações epigenéticas são responsáveis por alterações fenotípicas de formas ou de funções. Assim os organismos vegetais/animais respondem continuamente ao espaço ecológico (convencional ou agroecológico) que habitam por meio dos mecanismos epigenéticos do "Sistema Epigenético de Informação". A resposta pode ser suficiente ao equilíbrio organismo x ecologia. Sendo insuficiente ou inadequada surgem disfunções que na medicina humana ou veterinária e na agronomia são denominadas "doenças" (CASALI *et al.*, 2018).

### **Plasticidade fenotípica**

Em qualquer modelo de produção na agricultura, seja convencional ou agroecológico, as plantas geram plasticidade fenotípica, observável ou não. Os resultados das pesquisas sobre plasticidade fenotípica têm encontrado no sistema epigenético de informação a fundamentação das respostas ou das variações provocadas por fatores, por exemplo, do sistema agroecológico ou convencional. As respostas resultam de fenômenos epigenéticos (SAHU *et al.*, 2013).

A adaptação das plantas no sistema agroecológico é dependente das variações epigenéticas. E as plantas com plasticidade fenotípica tem a habilidade de adaptarem ao estresse ambiental, de resistirem a patógenos ou herbívoros. Então a variação epigenética seria a causa da plasticidade fenotípica (CASALI *et al.*, 2018).

A epigenética aborda eventos bioquímicos específicos como: metilação da citosina no DNA, modificações da cromatina e RNA não codificantes. Estes eventos bioquímicos estão correlacionados com expressões gênicas e com a plasticidade fenotípica.

Ambos, a plasticidade fenotípica e as mudanças epigenéticas, são independentes do controle genético das variações. Algumas marcas bioquímicas de efeitos epigenéticos revertem respostas fenotípicas por causa de flutuações ecológicas. Trabalhos de pesquisa têm focado os fatores ecológicos que alteram a metilação do DNA, por exemplo: salinidade, deficiência hídrica, agrotóxicos (CASALI, 2015).

A variabilidade de qualquer planta resulta da variação nos componentes genéticos e também epigenéticos. Esses componentes epigenéticos ao variarem, por efeito de fatores ecológicos, provocam o surgimento de novos fenótipos tendo a mesma sequência de DNA. Assim variações epigenéticas causam diferenças fenotípicas herdadas. Há implicações ecológicas nessa herança mesmo quando as diferenças fenotípicas são pouco expressivas e com baixa herdabilidade (LIU *et al.*, 2010).

Quando a porção exata da variação da planta, correspondente a cada componente (epigenético e genético) é conhecida, então, é possível entender a função do componente epigenético na adaptação ao sistema agroecológico e na formação da plasticidade fenotípica. Seria possível também entender como/quanto da variação epigenética pode ser passada à geração seguinte (NICIURA, SARAIVA, 2014).

A análise da intensidade de metilação do DNA indica quanto importante está sendo o componente epigenético no fenótipo e na adaptação da planta ao ambiente ecológico favorável (agroecológico) e ao ambiente ecológico desfavorável (agricultura com agrotóxicos) (LIU *et al.*, 2010).

### **Mutação e adaptação**

A exploração da epigenética no melhoramento de plantas será melhor executada em condições de previsibilidade, com conhecimento da variação e da estabilidade da diversidade epigenética e com adequado conhecimento dos recursos genéticos visando alteração dos epigenomas (LAW, 2016).

Tem sido aceito que: A) a possibilidade de alguma progênie ser exposta a mesma condição ecológica dos genitores é máxima quando a dispersão de sementes do genitor for relativamente limitada. B) A plasticidade dos fenótipos das plantas não tem base explicativa nas mutações, deleções cromossômicas ou rearranjos. Por esses dois motivos, nas plantas as modificações de ajuste são consideradas epigenéticas e regulam a expressão gênica sem alterar as sequências de nucleotídeos do DNA (CASALI, 2015).

Os resultados das pesquisas sobre epigenética em plantas têm sido convincentes, porém estudiosos da área não negam a “tolerância fisiológica” como fenômeno de expressão no processo de transgeração. Não negam que o acúmulo de metabólitos e proteínas nas sementes estressadas assegurariam a tolerância da planta na geração seguinte, às condições ecológicas estressantes (GRATIVOL *et al.*, 2012).

A tolerância ou superação do estresse ecológico não tem base teórica explicativa pela mutação de genes, nem pelo incremento de recombinações ou pela fixação de novos caracteres. É muito baixa a frequência de mutação dos nucleotídeos. A herança mendeliana é lenta e somente sustentada pela mutação dos genes e seleções. O estudo da dinâmica das populações nas condições ecológicas demandou nova base de estudos. Assim a herança provocada por mecanismos epigenéticos revelou ser sensível a sinais ecológicos e permite mudanças rápidas na expressão dos genes. E dentre esses mecanismos a metilação do DNA é destaque na adaptação a estresse provocado por fatores ecológicos (GRATIVOL *et al.*, 2012).

O poder de adaptação dos vegetais no sistema agroecológico ou na agricultura convencional pode ser aumentado pela presença de mutações em genes que codificam reguladores epigenéticos. Também é aumentado com a formação de novos epialelos que resultam, do mesmo modo, de impactos mais duradouros na organização do epigenoma.

A indução de estados epigenéticos aciona a movimentação de transposons de DNA e de retroelementos que são relativamente abundantes nos genomas vegetais. Assim novos genótipos herdáveis gerados epigeneticamente podem ter origem induzida por processos epigenéticos ou genéticos, e de qualquer modo aumentam o poder de adaptação das plantas aos sistemas de condução seja agroecológico ou convencional (SAHU, 2013).

O melhoramento de plantas, tendo em vista a adaptação ao cultivo em sistemas agroecológicos, deve levar em conta que há plasticidade fenotípica arquivada nas plantas ancestrais (crioulas ou semelhantes) mantida por tamponamento epigenético (CASALI, 2015).

No aspecto de melhoramento genético há enorme interesse no estudo da adaptação aos fatores ecológicos que afetam os genes relacionados à produção vegetal/animal. Há interesse em obter dados sobre modificações por meio da técnica de fenotipização ou por procedimentos da biologia molecular (CASALI *et al.*, 2018).

### **Fator exógeno: agrotóxico**

Os fenômenos epigenéticos resultam em mudanças na expressão gênica porque os mecanismos epigenéticos alteram as funções do genoma por efeito de fatores exógenos que podem ser condições de cultivo no sistema agroecológico, condições do crescimento em ambientes impróprios (agricultura convencional), impactos ecológicos, dentre outros.

Considerando o ser humano como parte do sistema agroecológico é sabido que 13 milhões de pessoas/ano vão a óbito por algum efeito ambiental e a lista de fatores do ambiente é enorme, principalmente os poluentes, tanto industriais como da agricultura. Os distúrbios animais e vegetais resultam de interações do genótipo de cada vegetal ou humano com os fatores ecológicos. Na produção vegetal e animal convencional, os poluentes têm sido apontados, com destaque: os tóxicos, os adubos, os hormônios, todos iatrogênicos em algum grau ou intensidade. Todos alteram a normalidade de ação dos mecanismos epigenéticos com efeitos danosos (CASALI *et al.*, 2018).

Geneticistas também admitem que há efeitos diretos do ambiente no genoma e danos ao DNA por metilação induzidos pela exposição a fatores ecológicos como disruptores endócrinos por exemplo. Os agentes genotóxicos foram classificados conforme as alterações que provocam no DNA. As alterações provocadas por poluentes podem passar às futuras gerações somente quando atingem as células do sistema reprodutivo (LIU *et al.*, 2010).

Nos animais de produção ou de serviço, tanto do sistema orgânico como do sistema convencional, a metilação do DNA é fundamental na embriogênese. Nos animais, o padrão de metilação é alterado e visa adaptar os embriões. Vários fatores exógenos, principalmente agrotóxicos causam modificações epigenéticas danosas sendo a neoplasia a mais frequente (LAW *et al.*, 2016).

Há enorme interesse no estudo de cada produto da indústria química quanto a possibilidade de afetar o desempenho genético normal de plantas e animais crescendo em sistema convencional.

O interesse envolve a liberação ou condenação de cada insumo ou técnica artificial que vise aumento de produção sem considerar a qualidade do alimento e a qualidade de vida animal/vegetal tal como preconiza a Agroecologia.

Os animais e vegetais, do sistema convencional de produção de alimentos são passíveis de modificações na expressão gênica por efeito de fatores ecológicos artificiais e a ciência da epigenética possibilita compreender interações entre fatores ecológicos e os organismos vivos da produção de alimentos.

Por outro lado, os organismos animais e vegetais do sistema agroecológico também são passíveis de adaptações por efeito de fatores ecológicos naturais. Talvez por esse motivo as normativas da produção orgânica preconizam o uso de sementes oriundas de campos orgânicos de produção das sementes (NICIURA, SARAIVA, 2014).

Há interesse quanto ao entendimento dos efeitos de artificialismos ecológicos sobre fenômenos epigenéticos que envolvem genes pertinentes a caracteres quantitativos e qualitativos de produção de alimentos de origem vegetal ou animal. Antes da descoberta dos mecanismos epigenéticos inúmeros eventos da produção (agroecológica ou não) eram considerados como efeitos do acaso. Inacreditável foi a humanidade não desconfiar dos danos do agrotóxico na profundidade biológica. De grande impacto é o conhecimento de que caracteres morfológicos/fisiológicos controlados por mecanismos epigenéticos que ocorrem nos genitores podem ser transmitidos aos descendentes (CASALI *et al.*, 2018).

Os geneticistas admitem que há efeitos diretos dos artificialismos ecológicos no genoma causando danos ao DNA e mutações nos genes. Há agentes genotóxicos introduzidos na agricultura convencional apesar de alguns terem uso proibidos. Ainda há insumos que demandam estudos quanto a alterações que provocam na sequência do DNA. E essas mutações podem ser passadas as futuras gerações (LAW, 2016).

Os animais dos sistemas agroecológicos e convencionais, sejam de produção ou de serviços, e inclui os humanos, estão sujeitos a impactos e alteração permanente na base epigenética normal. As fêmeas expostas ao disruptor endócrino “Vinclozolin” (fungicida) geram descendentes com distúrbios na espermatogênese, disfunções da próstata, danos aos rins, anormalidades no sistema imunogênico e estão sujeitos a desenvolver neoplasias (câncer) (JABLONKA, LAMB, 2005).

Nos sistemas agroecológico e convencional o Bisfenol (BPA) tem enorme importância pela presença frequente em plásticos e embalagens. Até nas embalagens de água mineral. A exposição ao Bisfenol (BPA) de humanos e animais, na fase de útero ou após o parto está associada ao ganho exagerado de peso alcançando a obesidade mórbida, ao aumento do volume das mamas, neoplasia de próstata e distúrbios na reprodução. O efeito do BPA é causar deficiência na metilação afetando o sistema epigenético normal. A dieta com alimentos ou substâncias doadoras do radical metil (ácido fólico principalmente) diminui os efeitos da hipometilação causada pelo BPA nos repressores de oncogenes. Já foi comprovada a herança direta das modificações epigenéticas provocada pelo BPA (JABLONKA, LAMB, 2016).

Os componentes (plantas, animais, humanos e microrganismos, água, solo) dos sistemas agroecológicos e convencionais são afetados no desempenho e na salubridade quando expostos ao ar poluído por fumaça de veículos e por metais pesados. Nos animais de produção e nos humanos a mortalidade por disfunções cardiovasculares está aumentada, assim como o risco de neoplasia pulmonar. Outros poluentes orgânicos

persistentes que afetam pessoas, plantas e animais são: DDT, DDE, BHC, Oxiclordano, Mirex, PCNB (Penta Cloro Nitro Benzeno) e PCB (Penta Cloro Benzeno) (SAHU, 2013).

### **Sementes crioulas e adaptações**

Lembrando que são denominadas “alterações epigenéticas” as modificações marcadas na cromatina e nas histonas. Essas alterações ou marcas epigenéticas podem ser herdáveis, inclusive em sucessivas gerações. As modificações epigenéticas que são registradas/marcadas exercem influência na expressão genética das plantas. Portanto os fatores ecológicos exercem influência no desempenho genético das gerações sucessivas dos cultivos feitos com a mesma variedade, com sementes obtidas no mesmo local de cultivo. As adaptações das variedades crioulas têm fundamento epigenético. Assim em sucessivos cultivos em sistemas agroecológicos as adaptações ocorrem, podem ser fixadas e provocam estabilidade de produção (CASALI, 2015).

As sementes de variedades cultivadas crioulas são portadoras de informações genéticas e epigenéticas. Além das pressões da seleção natural a que estão sujeitas todas as formas de vida, as sementes crioulas foram historicamente submetidas a processos de domesticação, ou seja, à seleção visando a agricultura. O resultado da dinâmica coevolutiva entre natureza e agroecossistemas foi à diversificação biológica das espécies cultivadas, que atualmente constitui o patrimônio genético reconhecido como bem comum da humanidade como agrobiodiversidade. Agrobiodiversidade é o termo que designa toda espécie vegetal e animal manejado com fins agrícolas. As sementes crioulas constituem parte fundamental da agrobiodiversidade (CASALI *et al.*, 2018).

### **O conhecimento na Agroecologia e na epigenética**

A civilização aprendeu da natureza muito sobre a molécula do DNA e sobre a hereditariedade dependente do gene. Então a ciência descobriu os fenômenos epigenéticos e o sistema que controla o gene, pois o gene afinal não é autônomo. A música pode ser escrita nas pautas, a hereditariedade está escrita nos genes, a música tem instrumentos executivos, a hereditariedade tem o instrumental da epigenética. Há ainda a figura do maestro a ser considerada (ARANTES *et al.*, 2019).

A epigenética afetou a supremacia do gene, assim como, a Agroecologia afetou a supremacia da produção convencional com insumos e danos ao solo, água e ar da natureza. No ser humano, elemento de estudo na Agroecologia, a epigenética revelou os efeitos de alimentos, do estresse, dos fatores ecológicos. Nas plantas ou nos animais de produção, e como suporte da Agroecologia, a epigenética está revelando os efeitos dos insumos químicos.

A teoria da epigenética interpreta que os caracteres (expressões da vida) resultam da interação entre vários genes enquanto a Agroecologia estuda as manifestações ou expressões como resultado da interação de muitos fatores. Na epigenética a estabilidade é do sistema total e não depende de algum ou único gene (CASALI, 2015).

Na Agroecologia a totalidade das interações rege a vida, rege a ecologia e a produção de alimentos saudáveis. A epigenética estuda fontes de dados bioquímicos/biofísicos, a Agroecologia estuda a totalidade das fontes de informações. Genoma é sistema organizado de genes, epigenoma é sistema que, além do genoma, envolve os mecanismos epigenéticos de regulação gênica que consiste em ativar ou

desativar genes. Os controles epigenéticos vêm do ambiente, vem da totalidade do organismo ou da célula, vem da necessidade dos genes expressarem e construir o organismo desde o início, desde o ovo ou zigoto. A Agroecologia estuda os elementos e pelas ações culminam nas manifestações da vida vegetal, animal e humana, na totalidade (CASALI *et al.*, 2018).

A epigenética e a Agroecologia fazem parte das áreas do conhecimento científico que atuam articuladas. Na Agroecologia não são introduzidos elementos alheios à vitalidade enquanto a epigenética estuda o efeito, na vida, desses elementos na ação gênica (FRANCIS, 2015).

Os sistemas de adaptação fazem parte de ambas as áreas do conhecimento. Na epigenética os seguintes aspectos são estudados: química, bioquímica, os genes, as células e tecidos. Na Agroecologia estão os componentes: água, solo, ar, animais, humanos, plantas, microrganismos, os sistemas sociais econômicos/culturais e princípios ecológicos da agricultura saudável.

A construção do conhecimento agroecológico emerge da articulação do saber popular e do saber científico envolvendo biodiversidade/ecologia/sociocultural. É da articulação da bioquímica/biologia molecular e com o saber tradicional da hereditariedade envolvendo os fatores ecológicos que emerge o conhecimento e o saber científico na epigenética (CASALI, 2015).

### **Operações: Agroecologia e epigenética**

A epigenética visa estudar o modo de operação conjunta e coordenada visando a ação gênica, tanto em situações insalubres como a agricultura convencional, tanto em situações saudáveis como na agricultura praticada conforme princípios ecológicos.

A regulação epigenética e a totalidade agroecológica têm conexões em muitos e distintos níveis, entretanto poucos aspectos desse encontro estão estudados além das operações de respostas ao estresse.

Certo é que via fatores ecológicos, dentro ou fora da agricultura, a variação genética e a variação epigenética operam a evolução orgânica dentro da biologia. E a evolução orgânica das plantas cultivadas no sistema agroecológico está mais próxima da biológica (CASALI *et al.*, 2018).

Os componentes do sistema agroecológico especificamente plantas, animais e humanos estão permanentemente expostos a pressões de fatores ecológicos como temperatura, luminosidade, patógenos, simbioses, herbívoros, dentre outros. Essas pressões operam defesas/adaptações tendo como objetivo o mínimo possível de consequências antagônicas à vida que vive nestes organismos. Os mecanismos epigenéticos com maior rapidez possibilitam que plantas, animais e humanos, dentro do campo da Agroecologia, ocupem locais, cresçam e cheguem à reprodução em condições mesmo que difíceis à vida (ARANTES *et al.*, 2019).

### **Reflexões: epigenética x Agroecologia**

Na Agroecologia e na epigenética os estudos têm base na abordagem holística e nas ações sistemáticas. Os estudos reconhecem que cada organismo é parte do todo coletivo e que cada gene é parte do conjunto organismo/ser vivo. A ciência da epigenética dispõe de conhecimentos emergidos de pesquisas podendo elucidar

fenômenos da agricultura conduzida em bases ecológicas e conceder suporte com argumentos quanto a necessidade de abandono de pesticidas na agricultura convencional (ARANTES *et al.*, 2019).

Antes da epigenética ter sido descoberta seria insanidade argumentar que o ambiente induzia manifestações fenotípicas herdáveis nas plantas/animais/humanos. Esse mesmo ambiente estudado na Agroecologia faz conexões com os genes administrados pelos mecanismos epigenéticos (CASALI, 2015).

Na sociedade de consumo e na Agroecologia pode ser dito que a epigenética tem poderes por determinar quais produtos ou insumos são condenáveis em razão de afetarem a saúde no reino animal e vegetal causando inativação ou ativação de genes.

O gene foi entendido como única causa de efeitos no sistema vida até a descoberta dos mecanismos epigenéticos. A agricultura convencional considera os insumos e as máquinas agrícolas como única causa possível da geração de alimentos. Quando for admitido que os insumos tóxicos realmente causam tantas mortes pela exposição e consumo será visualizado que os mecanismos epigenéticos de modo distinto são acionados no sistema convencional de produção dos alimentos (ARANTES *et al.*, 2019).

O gene perdeu a exclusividade de ação assim como os insumos convencionais da agricultura perderam a importância. A epigenética junto com a Agroecologia surgem como novas áreas de conhecimento da saúde. E a epigenética tem base teórica explicativa das interações que ocorrem nos fenômenos e articulações estudadas na Agroecologia.

Os humanos foram estabelecidos no planeta Terra com base em respostas epigenéticas à fatores ecológicos. Talvez é chegado o momento de pensar que provavelmente serão extintos por causa de outros fatores ecológicos gerados por artificialismos da sociedade de consumo onde predomina o mercado de capitais dirigindo o modo lucrativo de viver das pessoas, de explorar as plantas e animais nos sistemas de produção (CASALI *et al.*, 2018).

### **Considerações finais**

A epigenética tem base teórica explicativa das interações que ocorrem nos fenômenos biológicos e articulações estudadas na Agroecologia.

Os mecanismos epigenéticos operam desde o momento da fecundação. Nas plantas e animais os processos de desenvolvimento nas células responsáveis pelo processo reprodutivo, que dependem de meiose, acontecem naturalmente nos sistemas de produção de alimentos. Porém o ambiente de crescimento dos organismos no sistema agroecológico é caracterizado pelo equilíbrio entre todos os componentes (insetos, fungos, bactérias, plantas...). Assim o crescimento-desenvolvimento no sistema agroecológico de produção será bastante distinto do sistema convencional com agrotóxicos e outros insumos.

Falhas na formação ou constituição das marcas epigenéticas, assim como falhas nos processos de manutenção das marcas epigenéticas resultam em ativação ou inibição de vários genes que podem alterar a fisiologia celular provocando anomalias. Assim, comparando os sistemas agroecológicos com os convencionais que usam tóxicos, é possível deduzir sobre a fragilidade de plantas, animais e microrganismos do solo diante do impacto de herbicidas, fungicidas, inseticidas e adubos químicos.

## Referências

ALLIS, C. D.; JENUWEIN, T.; REINBERG, D. **Epigenetics**. 1. ed. New York: Spring Harbor Lab. Press. 2006.

ARANTES, A. C. *et al.* **Epigenética: Fundamentos e textos didáticos**. 1. ed. Viçosa: UFV/DFT, 2019.

BONASIO, R; TU, S.; REINBERG, D. Molecular Signals of Epigenetics States. **Science**, v. 330. p. 612-616, 2010

CASALI, V. W. D. **Epigenética e Plantas: Estudos e Lições**. 1. ed. Viçosa: UFV/DFT, 2015.

CASALI, V. W. D; CALIMAN, C. G; ANDRADE, F. M. C. **Caderno de Epigenética e Qualidade de Vida**. 1. ed. Viçosa: UFV/DFT, 2018.

FRANCIS, R. **Epigenética: como a ciência está revolucionando o que sabemos sobre hereditariedade**. 1. ed. Rio de Janeiro: Zaha ed. 2015.

GRATIVOL, C.; HEMERLY, A.; FERREIRA, P. C. G. Genetic and epigenetic regulation of stress responses in natural plant populations. 1. ed. **Biochimica et Biophysica Acta**, v. 1819 p. 502-512, 2012.

JABLONKA, E.; LAMB, M. J. **Evolution in four dimensions: Genetic, Epigenetic and Symbolic Variation in the history of life**. 1. ed. London: Bradford Book, 2006.

JABLONKA, E.; LAMB M. J. **Epigenetic Inheritance and Evolution**. 1. ed. New York: Oxford Univ. Press. 2005.

LAW JA, JACOBSEN SE. Establishing maintaining and modifying DNA methylation patterns in plants and animals. **Nature Genetics**, v. 11. p. 204-220, 2016.

LIU, C.; LU, F.; CUI, X.; CAO, X. Histone methylation in higher plants. **Annual Review of Plant Biology**, v. 61. p. 395-420, 2010.

NICIURA, S. C. M.; SARAIVA, N. Z. **Epigenética**. Bases moleculares, efeitos na fisiologia, na patologia e implicações na produção animal e vegetal. 1. ed. Brasília: Embrapa. 2014.

PECINKA, A. Stress induced chromatin changes: a critical view on their heritability. **Plant Cell Physiol**, v. 53. p. 801-808, 2012.

SAHU, P. P.; PANDEY, G.; SHARMA, N. Epigenetic mechanisms of plant responses and adaptation. **Plant Cell Reports**, v. 32. p. 1151-1159, 2013.

# CAPÍTULO 19

## MICROORGANISMOS EFICIENTES PARA UMA PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL

Naiara Oliveira Figueiredo, Paulo Prates Júnior, Emuriela da Rocha Dourado e Patrícia Aparecida de Carvalho

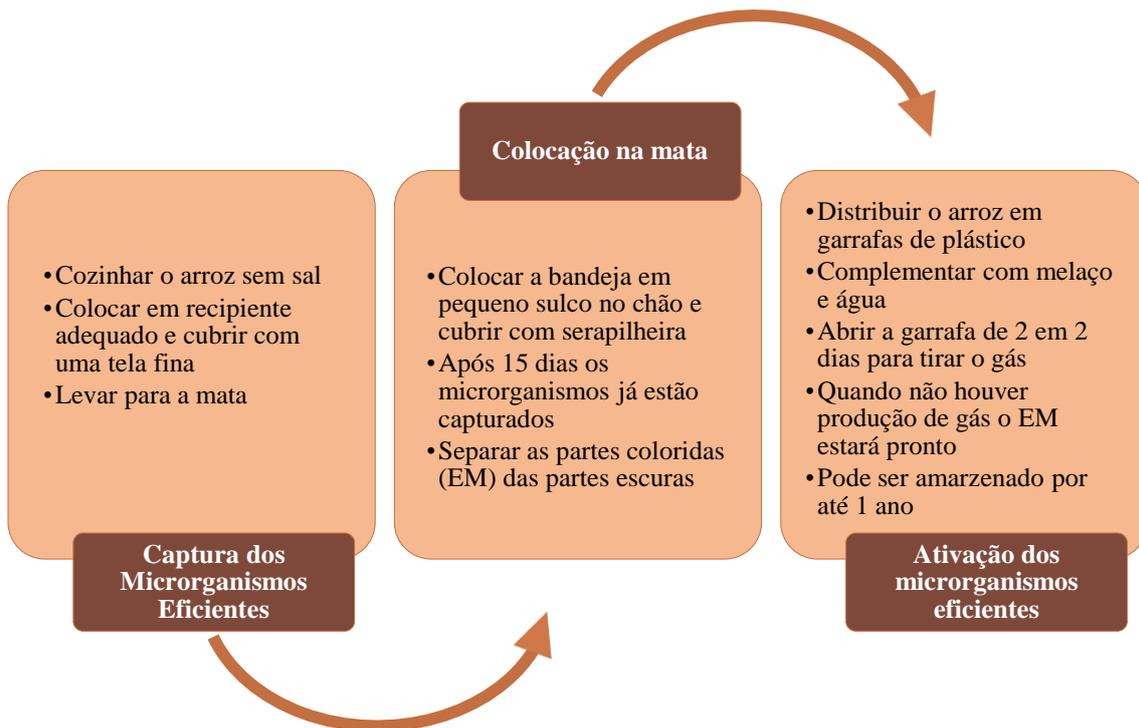
### Introdução

A tecnologia desenvolvida pelo professor Teruo Higa, que consiste em obter, multiplicar e inocular microrganismos encontrados naturalmente no ambiente, para atuarem em atividades benéficas nos solos, água e/ou plantas foi iniciada na década de 1970 (HIGA, WIDIDANA, 1991). Assim, pesquisas têm sido realizadas a fim de aumentar as informações sobre os benefícios evidenciados pelo consórcio microbiano, denominado de microrganismos eficientes (EM = *Efficient Microorganisms* ou *Effective Microorganisms*) (Figura 1).

O produto comercial mais conhecido, EM•1<sup>®</sup>, é composto por cerca de 80 espécies de microrganismos, incluindo, em maior abundância leveduras e bactérias ácido-láticas, e em menor proporção bactérias fotossintéticas, bactérias fixadoras de nitrogênio, actinobactérias e fungos filamentosos (HIGA, 1994), que ocorrem naturalmente no solo. Na América Latina o EM•1<sup>®</sup>, foi difundido inicialmente pela Fundação Mokiti Okada (AMBIEM, 2016). No Brasil, o EM ganhou espaço entre os agricultores familiares, sobretudo aqueles que trabalham com Agroecologia, os quais preparam o EM caseiro, a partir de arroz que é disposto em fragmentos de mata para obtenção dos microrganismos, seguido por fermentação com melaço de cana-de-açúcar (BONFIM *et al.*, 2011). Na preparação caseira, a composição e abundância da comunidade são variáveis, sendo os grupos bacterianos mais abundantes que os fúngicos (SANTOS, 2016).

Essa solução de microbiota foi, a princípio, aplicada para a melhoria da qualidade dos solos e seu uso tem sido ampliado para diversas finalidades (JAVAID, 2010), sendo a estratégia básica aumentar a diversidade de microrganismos benéficos por uma série de inoculações (HIGA, WIDIDANA, 1991). Este interesse crescente pode ser justificado, em algum nível, pela busca por formas mais sustentáveis de cultivo, que se diferenciam do modelo predominante de agricultura, consolidado nos anos de 1960, denominado de Revolução Verde e difundido mundialmente nos anos seguintes (CONWAY, 2019).

Esse modelo de agricultura se caracteriza por uma alta dependência de insumos externos, principalmente o uso de fertilizantes sintéticos e o de agrotóxicos para o controle de pragas e doenças. Além disso, a exploração de bens naturais como solo, água e biodiversidade é feita de forma insustentável, resultando em perda da qualidade dos solos, eutrofização de corpos d'água e aumento das emissões atmosféricas de gases de efeito estufa (PETERSEN *et al.*, 2009).



**Fonte:** autores.

**Figura 1.** Esquema básico da produção de Microrganismos Eficientes com base nas recomendações de Bonfim *et al.* (2011).

Entretanto, há uma preocupação mundial com o crescimento populacional e consequente demanda por alimentos. Em relatórios publicados pela Organização das Nações Unidas estima-se que em 2050 haverá quase dez bilhões de pessoas no mundo (ONU, 2018), que acarretará falhas desse sistema atual de produção de alimentos, devido a desigualdade social, que dificulta o acesso de boa parte da população a alimentos de qualidade, bem como pela destruição de bens naturais para a produção de alimentos (BARBIER, HOCHARD, 2018).

O uso e os estudos sobre microrganismos eficientes (EM) respondem às demandas por produtos alternativos que favoreçam o crescimento de plantas e que equilibram as relações ecológicas, os quais devem ser de fácil aquisição e baixo custo de produção. As possibilidades de uso do EM são variadas e contribui para o desenvolvimento saudável de plantas (OLLE, WILLIAMS, 2015). A promoção destes cultivos mais saudáveis e produtivos ocorre não somente por meio da mineralização e consequente disponibilização da matéria orgânica do solo para as plantas, mas também contribui para mitigar efeitos do estresse biótico e o ataque de pragas e doenças (OSMAN *et al.*, 2015; MEGALI *et al.*, 2014).

Diante do exposto, o presente capítulo visa ressaltar a importância do uso de EM, como tecnologia social capaz de favorecer a produção equilibrada em agroecossistemas. Deste modo serão apresentadas informações sobre o papel do EM na qualidade do solo, no crescimento e saúde de plantas, no tratamento de água, na compostagem e alguns desafios e oportunidades para consagrar o uso e estudos para além da Agroecologia.

### **Microrganismos eficientes na promoção da qualidade do solo**

Os microrganismos eficientes quando adicionados ao solo funcionam como indutores da decomposição da matéria orgânica e liberação de nutrientes às plantas (PUGAS *et al.*, 2013). Isso ocorre devido ao aumento na atividade dos microrganismos, contribuindo para modificar a estrutura e qualidade dos solos, favorecendo o equilíbrio microbiológico (HIGA, WIDIDANA, 1991) nos agroecossistemas, beneficiando a cadeia de produção e consumo de alimentos.

Eles ainda, auxiliam na solubilização de fertilizantes como o fosfato de rocha e melhoram as propriedades físicas e químicas do solo, atuam na fixação de nitrogênio atmosférico e na degradação de resíduos de agrotóxicos (HIGA, 1993). O EM aplicado no solo aumenta a diversidade e atividade microbiana, diminuiu espécies patogênicas e facilita a decomposição de matéria orgânica e a síntese de nutrientes essenciais para o crescimento e, por exemplo, na produção de arroz (CORALES, HIGA, 2002). Estes autores observam ainda que, com a utilização de EM em palha de arroz, os níveis de rendimentos produtivo podem ser comparáveis com a obtida com fertilizante sintético.

A pulverização da solução de EM via solo é indicado após a germinação ou em culturas já estabelecidas. A eficácia é alcançada quando são oferecidas condições ideais para o metabolismo dos microrganismos, como disponibilidade de água, oxigênio, pH e temperatura, bem como a disponibilidade de fontes de energia, proveniente dos exsudatos de plantas ou da matéria orgânica do solo. Com isso o manejo do solo é fator imprescindível para o sucesso no uso destes microrganismos que são aliados da produtividade agrícola (BOMFIN *et al.*, 2011) e da manutenção e melhoria da qualidade do solo.

A busca por um solo com boa qualidade física, química e biológica é o grande desafio dos tempos atuais. É importante conciliar produtividade com manejo adequado pois, o sucesso da produção agrícola está diretamente relacionado com as formas de uso da terra. A adoção de técnicas simples, eficientes, e de fácil acesso como o uso do EM vem sendo trabalhado com sucesso em pequenas propriedades e ganhando cada vez, mais espaço como estratégia para garantir sustentabilidade nos agroecossistemas.

### **Microrganismos eficientes no crescimento e saúde das plantas**

Devido aos efeitos benéficos do EM o rendimento e a qualidade das culturas podem ser melhoradas se aplicado ao solo, combinado ou não com a adição de matéria orgânica ou ainda diretamente nas culturas agrícolas. A aplicação de EM, por exemplo, por um período de onze anos, em cultivo de trigo, aumentou a biomassa, bem como aumentou a quantidade de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) absorvido pela planta (HU, QI, 2013). Entretanto, os resultados podem variar conforme as formas de aplicação de EM sendo que, para o cultivo de arroz, a combinação de solução de EM diluída a 0,2 %, com adubação verde incrementou o rendimento de grãos em 46 % (JAVAID, 2011). Em ensaios realizados com milho a solução comercial de EM-4<sup>®</sup> não influenciou as características químicas do solo, entretanto aumentou comprimento de raízes, altura das plantas, massa fresca de raízes e parte aérea, bem como promoveram aumento das espigas, grãos e massa de grãos (TEIXEIRA *et al.*, 2017). A aplicação foliar de EM estimulou o aumento nos parâmetros morfológicos como número de vargens e

grãos por vargem em duas cultivares de feijão, levando ao aumento da produtividade na concentração de 100 mg L<sup>-1</sup> de EM (CALERO-HURTADO *et al.*, 2019).

Além de grandes culturas, a aplicação de EM tem sido utilizada em olerícolas. Houve aumento da área foliar em repolho em decorrência do desenvolvimento radicular, impactando positivamente no aumento da taxa fotossintética da planta e, benefícios que os autores associam a fitormônios e a substâncias bioativas do EM (CHANTAL *et al.*, 2010). A aplicação de matéria orgânica e EM combinados com *Trichoderma* promoveu maior altura de plântulas de cebola, bem como o número de folhas e peso de matéria seca (GONZÁLEZ *et al.*, 2015). A este resultado atribuiu-se a ação das substâncias bioativas do EM juntamente com o efeito de agente promotor de crescimento do *Trichoderma*. Tratamentos com EM e composto orgânico fermentado com EM, quando comparado o crescimento de plantas, o número de folhas e a produtividade em kg/ha, aumentou os rendimentos de espinafre em 24,8 %, bem como o aumento de repolho e rabanete (KIM *et al.*, 2012).

Plantas de tomate que receberam EM na proporção de cinco toneladas por hectare, juntamente com meia dose do fertilizante recomendado (N, P, K) mostrou rendimento de frutos por planta 31,83 % maior, além de aumento nos teores totais de licopeno e compostos fenólicos, em relação ao tratamento apenas com fertilizante sintético (VERMA *et al.*, 2015). Neste caso, uma correlação entre a produção de tomate foi significativamente correlacionada com os parâmetros microbiológicos do solo, indicando que a diversidade microbiana teve efeito positivo sob a planta, auxiliando na mineralização de nutrientes no solo. A combinação do EM com fertilizantes minerais NPK também demonstrou melhor resultado para produtividade em algodão comparado ao controle (KHALIQ *et al.*, 2006).

A solução de EM pode ser empregada no aumento, velocidade e na porcentagem de germinação das sementes, devido ao seu efeito hormonal, semelhante ao do ácido giberélico, além do aumento do vigor e crescimento do caule e raízes de plântulas, na germinação e estabelecimento de mudas (MOROCHO, LEIVA-MORA, 2019). Em *Acacia auriculiformis* A. Cunn. ex Benth. (Leguminosae: Mimosoideae), espécie utilizada para reflorestamento em algumas regiões, houve aumento de 17 % na taxa de germinação e melhoria no vigor das mudas, proporcionados em baixas concentrações (2 %) da solução de EM (KHAN *et al.*, 2013). Em baixas concentrações (1 e 2 %) e embebição de cinco minutos com EM houve aumento da germinação de capim-marandu, quando comparado ao tratamento convencional, que utilizou ácido sulfúrico, demonstrando a contribuição para diminuição de custos e riscos do tratamento usual com ácidos fortes (dos SANTOS *et al.*, 2015).

A adição de diferentes concentrações de EM no solo elevou a altura média de mudas de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) avaliadas 23 dias depois da emergência, na qual o maior valor de crescimento vegetativo ocorreu sob aplicação de 30 mL para dez litros de substrato (CONCEIÇÃO *et al.*, 2012). A quantificação de plantas emergidas de abobrinha (*Cucurbita pepo* L.) foi maior em solos com palhada vegetal previamente tratada com EM, em relação a solos com a palhada não tratada com EM (PUGAS *et al.*, 2013). No mesmo trabalho, os autores registraram variações de pH nos solos, aumentado quando sob a influência do tratamento com EM, o que pode explicar o aumento da produtividade da cultura no ensaio.

Os benefícios do uso de EM para o desenvolvimento de plantas tem sido amplamente estudado, apresentando resultados satisfatórios para a produção

sustentável de alimentos. A difusão do uso do EM se torna ainda mais importante quando consideramos que a demanda por alimentos “limpos”, ou seja, livres de agrotóxicos tem crescido no Brasil, aliada a uma conscientização sobre a alimentação saudável e socialmente justa.

### **Microrganismos eficientes no tratamento de água**

A água é um bem natural fundamental para todas as formas de vida e de extrema importância para o bem-estar e qualidade de vida de seres humanos. Estima-se que dos 2,5 % de água doce, a maior parte (69 %) é de difícil acesso, pois está concentrada em geleiras, 30 % são águas subterrâneas e apenas 1 % encontra-se nos rios (ANA, 2019). No entanto, o consumo excessivo, o aumento da industrialização, a degradação causada pela agricultura e pecuária e o impacto das alterações climáticas vêm reduzindo drasticamente a sua disponibilidade em várias regiões (FAO, 2019). Logo, torna-se necessário adotar medidas de uso racional bem como reaproveitamento desse bem que é imprescindível à sobrevivência humana.

Atualmente existem mais de 3 milhões de compostos orgânicos sintéticos, estranhos aos seres vivos, conhecidos como compostos emergentes que são encontrados em rios, lagos e reservatórios, número que aumenta numa taxa de aproximadamente 5 a 10 % ao ano (BORGES *et al.*, 2016). Dentre esses compostos estão os hormônios naturais e sintéticos, produtos de higiene pessoal, fármacos e pesticidas (RODRIGUES *et al.*, 2018).

Em 2010, o Programa das Nações Unidas pelo Meio Ambiente (PNUMA), buscando proteger o direito de água segura para todos, incentivou à comunidade mundial a desenvolver e aprimorar novas tecnologias de remoção dos compostos emergentes (CORCORAN *et al.*, 2010). Nesse contexto, uma tecnologia promissora é o uso de microrganismos eficientes (EM). A principal característica da solução de EM para fins de tratamento de água é a presença dos microrganismos capazes de remover compostos biodegradáveis, além de representar uma possível otimização operacional e redução dos custos do tratamento da água (BORGES *et al.*, 2016).

O uso desses microrganismos representa uma alternativa para a sua remoção em águas destinadas ao abastecimento público (MINILLO *et al.*, 2009). O EM acelera a decomposição natural dos compostos orgânicos que poluem a água, compostos estes que são utilizados como fonte de carbono e energia pelos microrganismos (BONFIM *et al.*, 2011; BORGES *et al.*, 2016). Conhecida como biorremediação, técnica que combina o uso de microrganismos para solucionar ou atenuar os problemas ocasionados pela contaminação e pela poluição do ambiente. É um processo bastante promissor, principalmente pela maior aceitação por parte das Agências Reguladoras e da opinião pública, por ser considerada uma forma natural de tratamento (RAHMAN *et al.*, 2002).

A técnica da biorremediação é difundida no país, mas objetivando recuperar em sua maioria solos contaminados com poluentes, agrotóxico e etc. No Brasil, a técnica ainda é pouco utilizada para a descontaminação de águas, sendo muito comum em casos de derramamento de petróleo, onde empresas financiam pesquisas para desenvolver técnicas com fim de diminuir o impacto nesses casos, especificamente (LIMA, 2015).

Alguns trabalhos mostram o uso de microrganismos atuando como biorremediadores em solos o que é mais estudado, mas também em água, como descrito por Bockler *et al.* (2016), que avaliaram o uso de fungos na biorremediação de águas

contaminadas por coliformes fecais, onde os testes mostraram que houve uma redução de 54,2 % de coliformes totais e 80,8 % de coliformes fecais na água que passou pela filtragem que continha os fungos, mostrando ser uma técnica promissora, barata e ecologicamente viável para descontaminação de águas residuárias. Um dos fungos mais eficientes e utilizado na biorremediação de águas é o *Stropharia rugosoannulata*, no qual seu micélio, atua como filtro, degradando a matéria orgânica em excesso e eliminando-a do curso d'água, reequilibrando as condições físico-químicas da água e estabelecendo o equilíbrio para sobrevivência da vida aquática (STAMETS, 2005).

Todavia, o uso da solução de EM com este fim pouco foi utilizado no Brasil, não sendo possível encontrar nenhuma pesquisa publicada até o momento envolvendo o uso desta tecnologia. O uso de EM para descontaminação das águas pode ser considerada uma alternativa dentro das técnicas de biorremediação, pois o EM é útil na descontaminação da água e restaura o equilíbrio natural do sistema aquático com efeitos benéficos e sustentáveis, devido ao grupo de microrganismos envolvidos nestes processos, porém é importante ressaltar que é necessário a ampliação de pesquisas nessa área para que possa ocorrer uma ampla difusão do uso do EM para tal fim.

### **Uso de microrganismos eficientes na compostagem**

A compostagem é a transformação de materiais orgânicos, como material vegetal e resíduos animais, em composto orgânico maturado (húmus). Este processo envolve transformações bioquímicas, promovida por milhões de microrganismos do solo que utilizam a matéria orgânica como fonte de carbono e energia. A velocidade do processo de compostagem é influenciada pela intensidade da atividade dos microrganismos. Assim, é de suma importância o entendimento dos processos microbianos na ciclagem dos nutrientes e do processamento da matéria orgânica (VALENTE *et al.*, 2009).

O EM pode ser utilizado na compostagem de resíduos de diversas origens, sendo indicado principalmente na compostagem de resíduos que apresentam decomposição lenta, por exemplo, os resíduos com alta relação C/N (BONFIM *et al.*, 2011). A otimização do processo de compostagem pode ser alcançada através da utilização do EM, onde o mesmo pode proporcionar incremento de nutrientes ao material, presentes na própria solução (FIGUEIREDO, 2019) além de diminuir o tempo de compostagem (MAGRINI *et al.*, 2011) devido ao aumento de microrganismos. Este aumento eleva temperatura devido alta taxa metabólica dos microrganismos. Quando a temperatura se encontra acima a 40°C começam a predominar os microrganismos termofílicos, responsáveis pela decomposição acelerada da matéria orgânica (OLIVEIRA *et al.*, 2008). Como relatado por Paredes Filho & Florentino (2016), onde o EM reduziu o período de compostagem, proporcionando um composto fértil em menor tempo e conseqüentemente redução nos custos operacionais da usina de compostagem.

Além disso, o uso de EM na compostagem diminuiu o tempo de preparo, reduz o mau cheiro natural inicial, e contribuiu para a reprodução das minhocas. As leiras utilizadas na compostagem foram umedecidas com solução de EM, onde 540 L de solução de EM foi utilizado no período de 6 meses (VICENTINI *et al.*, 2009). Entretanto, ainda são poucos os estudos sobre o uso do EM no processo de compostagem.

A compostagem é um processo relativamente antigo, porém pouco utilizado pelos agricultores. O gasto com mão de obra e recursos para manusear as leiras de compostagem é relativamente alto e este pode ser um grande fator que torna a

produção tão pouco difundida entre os agricultores. Com isso, o uso de EM para potencializar esse processo é ainda pouco conhecido, porém é um assunto que tem ganhado destaque nas pesquisas, devido os vários benefícios que têm sido comprovados em relação a aceleração da decomposição ao utilizar microrganismos.

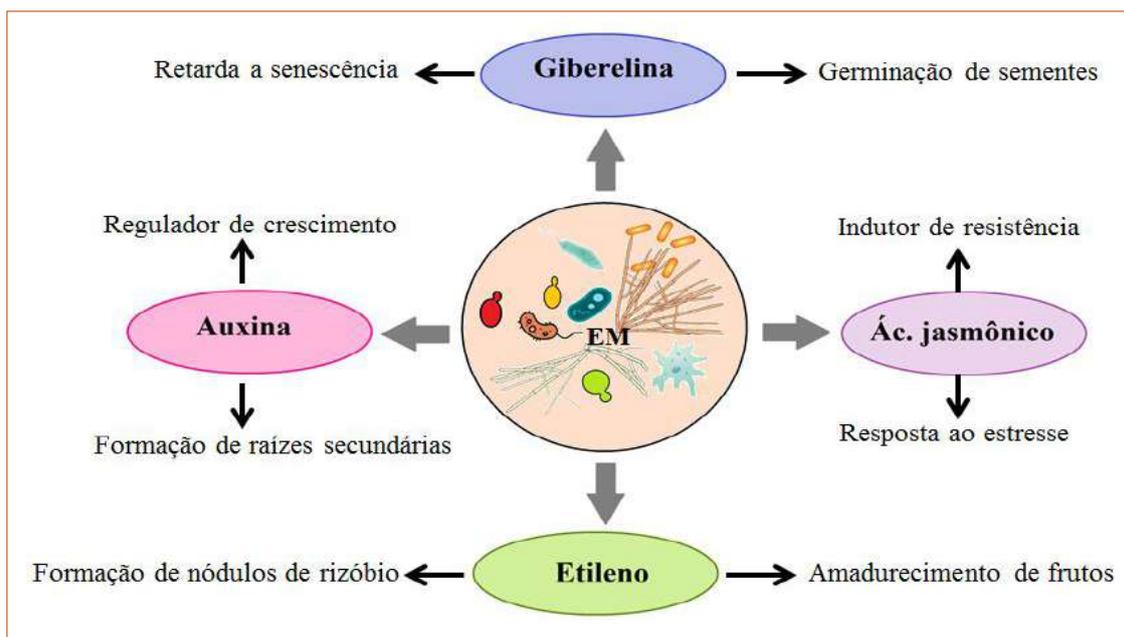
### **Microrganismos eficientes: desafios, perspectivas e oportunidades**

Os efeitos benéficos do uso de EM são relatados no aumento na germinação de sementes (MOWA, MAASS, 2012, KHAN *et al.*, 2014, TONDER *et al.*, 2014), aumento da nodulação (JAVAID, 2006, KHAN *et al.*, 2011), aumento na atividade biológica do solo (VALARINI *et al.*, 2002), como catalisador para compostagem (HU, QI, 2012, JUSOH *et al.*, 2013, SHARMA *et al.*, 2014) e maior tolerância a estresse salino (TALAAT *et al.*, 2015, KALAJI *et al.*, 2016). Entretanto, os resultados são variáveis (PRIYADI *et al.*, 2005, van VLIET *et al.*, 2006, FORMOWITZ *et al.*, 2007, MAYER *et al.*, 2010, MEGALI *et al.*, 2014), devido aos diferentes modos de preparo, composição da comunidade microbiana e modos de aplicação, bem como algumas informações especulativas que extrapolam a conclusão de resultados.

O uso de EM caseiro é uma tecnologia social importante em termos de maior autonomia para os agricultores, entretanto o modo de preparo e composição da comunidade microbiana é altamente variável, sendo a solução de EM utilizada para diversas finalidades, existindo diferentes modos de aplicação. O EM comercial, mesmo tendo a composição microbiana conhecida, pode apresentar resultados diversos, visto que estes microrganismos podem interagir com uma microbiota nativa competitiva e fatores abióticos que se desdobram, a exemplo de pH do solo, disponibilidade de nutrientes, umidade, temperatura, etc. Assim, é fundamental obter informações robustas, capazes de mensurar o aumento da saúde e do crescimento de plantas, qualidade do solo, tratamento de água e na produção animal, a curto e longo prazo.

Para ampliar o entendimento sobre a solução de EM torna-se importante avaliar a composição da comunidade microbiana (dos SANTOS, 2016) e de seus metabólitos (SHINTANI *et al.*, 2015), gerados durante o processo de fermentação pelo consórcio de microrganismos. Estas avaliações contribuem para diferenciar os efeitos diretos da inoculação dos efeitos dos metabólitos, ou mesmo da ação apenas da solução de sacarose, uma vez que se pouco diluída será fonte de nutrientes, tais como K, Ca, Mg, S e de moléculas orgânicas simples.

Os efeitos indiretos do uso de EM podem ser a partir da produção de fitormônios como auxinas, giberelinas, ácido jasmônico e de etileno (Figura 2), além de componentes sinalizadores importantes para o estabelecimento de associações microbianas na rizosfera: enzimas extracelulares, ácidos orgânicos, lipossacarídeos, dentre outros compostos. Estudos sobre a utilização de EM deve considerar a identificação de compostos produzidos pelos microrganismos, a partir da metabolômica, bem como a identificação de transcritos por meio da transcriptômica (p.ex. KUSKE *et al.*, 2015). Estas estratégias de investigação fornecem informações essenciais sobre o conjunto de genes ativos de metabólitos produzidos pela comunidade microbiana no processo fermentativo. Deste modo, pode-se ampliar o uso como tecnologia social e como biotecnologia capaz de aumentar a sustentabilidade dos sistemas agroalimentares.



**Fonte:** autores.

**Figura 2.** Os microrganismos eficientes (EM) tem potencial para produzir moléculas orgânicas que funcionam como hormônios vegetais, a exemplo etileno, auxina, giberelina e ácido jasmônico, os quais tem efeitos diversos no crescimento das plantas e interações simbióticas.

Para o EM caseiro é importante (com)partilhar experiências com os agricultores (COELHO, 2014) e utilizar técnicas de isolamento para obtenção, caracterização e identificação de microrganismos benéficos cultiváveis. O isolamento permite, por exemplo, conhecer o modo de ação e potencial de cada isolado, com testes *in vitro*, avaliando a capacidade antagonista, a produção de ácido indol-acético (AIA), a solubilização de fosfato inorgânico, a fixação assimbiótica de  $N_2$ , dentre outros. Sabendo que estes isolados podem ser cultivados via fermentação em melaço e/ou arroz, os agricultores podem cultivar esses microrganismos, isolados ou combinados, de forma artesanal e utilizá-los conforme a necessidade. O preparo da solução de EM pode ser realizado com outras fontes de nutrientes, a exemplo de batata ou mandioca cozida, entretanto, o arroz e o melaço são substratos relativamente baratos e acessíveis.

A solução de EM possibilita dois processos de seleção seguidos, primeiramente o substrato a base de arroz seleciona microrganismos com potencial saprofito capazes de decompor um material rico em amido, que é fonte de glicose. A segunda parte consiste na seleção de microrganismos com potencial fermentativo, capazes de liberar muitos metabólitos, com potencial em promover o crescimento e saúde das plantas. Portanto, os agricultores têm em mãos um consórcio microbiano com amplo potencial, mas que pode ser adaptado e melhorado, conforme a necessidade e desenvolvimento de pesquisas participativas.

Faz-se necessário, também, estabelecer doses adequadas para os diferentes tipos de cultivo. Doses excessivas podem prejudicar o crescimento de plantas devido ao efeito *priming* positivo (SYLVIA *et al.*, 2005). A solução de EM apresenta substâncias orgânicas de fácil degradação, o que pode causar aumento da atividade microbiana, acelerar a mineralização da matéria orgânica e a competição de nutrientes com as plantas. É recomendável testes para determinar as melhores dosagens de aplicação de EM, embora algumas indicações estejam registradas na literatura. Algumas espécies vegetais podem

responder melhor a determinadas doses. Essas informações de dosagem da solução podem ser associadas a avaliações do perfil da comunidade microbiana, seja por técnicas de *finger print* (p.ex. DGGE - *Denaturing Gradient Gel Electrophoresis*) (FIGUEIREDO, 2019) ou sequenciamento de *amplicons*, estimativa de carbono da biomassa microbiana e respiração basal do solo pela quantificação de CO<sub>2</sub>, visando avaliar a atividade microbiana após a aplicação da solução de EM.

Cabe destacar que as dificuldades com a reprodutibilidade de resultados também ocorrem com o uso de *plant growth-promoting rhizobacteria* - PGPR (SHISHIDO, CHANWAY, 1998), entretanto, tendo em vista o grande investimento em pesquisas, resultados promissores têm sido alcançados (BHATTACHARYYA, JHA, 2012). Portanto é fundamental a realização de testes bem planejados com EM, os quais podem conduzir a um leque maior de pesquisas e aplicações práticas, com identificação de grupos funcionais-chave.

O isolamento de microrganismos presentes na solução de EM pode viabilizar, também, o uso pela indústria, direcionados a quem busca maior padronização e garantia de efetividade do inoculante. A expansão do mercado de bioinoculantes leva a crer que, futuramente, os EM poderão ser comercializadas isoladamente ou em misturas, para promoção da saúde e crescimento de várias espécies de plantas, por meio de fornecimento adicional de N, solubilização de fósforo e indução de resistência sistêmica a patógenos. O aumento da sustentabilidade da agricultura, discutido e fundamentado pela Agroecologia, requer a utilização de estratégias de produção e consumo de alimentos que minimizem os prejuízos ao meio ambiente e a saúde dos consumidores, conforme o contexto sociocultural e econômico de cada localidade. O EM tem potencial para auxiliar no processo de produção e consumo de alimentos sustentáveis.

### **Considerações finais**

O EM tornou-se uma tecnologia social que deve ser utilizada para restaurar a microbiota benéfica, por meio de obtenção de isolados provenientes de áreas com maior diversidade microbiana. Isto pode resultar na redução do consumo de fertilizantes sintéticos e agrotóxicos, favorecendo alguns princípios importantes para o delineamento de sistemas agroalimentares mais sustentáveis.

Os estudos sobre EM contribuem para maior entendimento da ecologia de microrganismos do solo e seus modos de interações com as plantas. Seu uso em propriedades familiares para diversos fins é crescente, porém os estudos não demonstram, ainda o quanto este tem sido difundido entre agricultores e da importância que o mesmo tem no manejo destas propriedades. Muitos trabalhos são realizados em casa de vegetação, onde as condições são completamente diferentes das condições de campo e de cada propriedade.

Este coquetel de microrganismos pode ser fabricado na propriedade de forma simples e com poucas recomendações, muitas vezes estas são adaptadas para que o agricultor produza da forma que mais será adequada. Isso imprime características diferentes para cada suspensão de microrganismos que é aplicado. Mesmo conhecendo os grupos de microrganismos presentes neste meio, cada um irá possuir características específicas conforme as condições (local, substrato) que lhe foram oferecidas.

Apesar das pesquisas serem crescentes, muitos trabalhos não trazem uma caracterização em nível de nutrientes que este EM apresenta, sendo fator importante

para isolar o fato de que poderiam ser estas quantidades as responsáveis pelos resultados positivos em relação ao uso de EM na agricultura. Outro fator interessante, que deve ser melhor pesquisado é o fato de que, apenas o substrato utilizado para o desenvolvimento do EM (melaço) pode também alterar ou trazer resultados positivos quando se trata de do desenvolvimento de plantas e abundância de microrganismos. Poucos trabalhos têm procurado estudar os efeitos isolados destes substratos.

Contudo, muito tem se avançado nesta área e devido a necessidade de sistemas de produção que atendam a crescente demanda por uma produção mais sustentável, tecnologias sociais como EM se torna importante instrumento de difusão para um manejo saudável do solo e das plantas.

## Referências

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS - ANA. **Água no Mundo**. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/>>. Acesso em: 9 novembro 2019.

BARBIER, E. B.; HOCHARD, J. P. Land degradation and poverty. **Nature Sustainability**, v. 1, n. 11, p. 623-631, 2018.

BHATTACHARYYA, P. N.; JHA, D. K. Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): emergence in agriculture. **World Journal Microbial Biotechnology**, v. 28, p. 1327-1350, 2012.

BÖCKLER, T. P. *et al.* Utilização de fungos na biorremediação de águas contaminadas por coliformes fecais. **Revista Thêma et Scientia**, v. 6, n. 2E, p. 282-296, 2016.

BONFIM, F. P. G. *et al.* **Caderno dos microrganismos eficientes (EM): instruções práticas sobre uso ecológico e social do EM**. Universidade Federal de Viçosa: Departamento de Fitotecnia. 2011.

BORGES, R. M. *et al.* Uso de filtros de carvão ativado granular associado a microrganismos para remoção de fármacos no tratamento de água de abastecimento. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 21, n. 4, p. 709-720, 2016.

CALERO-HURTADO, A. *et al.* Productive increase of common beans. **Bioteconología en el sector agropecuario y agroindustrial**, v. 17, n. 1, p. 25-33, 2019.

CHANTAL, K. *et al.* Effects of effective microorganisms on yield and quality of vegetable cabbage comparatively to nitrogen and phosphorus fertilizers. **Pakistan Journal of Nutrition**, v. 9, n. 11, p. 1039-1042, 2010.

COELHO, F. M. G. **A arte das orientações técnicas no campo: concepções e métodos**. 2. ed. rev. ampl. Viçosa, MG: Suprema, 2014.

CONCEIÇÃO, V. *et al.* Coquetel biológico (EM) no crescimento de mudas de *Ocimum basilicum* L. IV Seminário de Agroecologia do Mato Grosso do Sul – Resumos. **Cadernos de Agroecologia**, v. 7, n. 2, 2012.

CORALES, R. G.; HIGA, T. **Rice Production with effective microorganisms: impact on rice and Soil.** In: SANGKKARA, U. R. *et al.* (ed.) Seventh International Conference on Kyusei Nature Farming. Christchurch Polytechnic, Christchurch, New Zealand. 2002. p. 72-76.

DOS SANTOS, L. F. **Microrganismos eficientes: diversidade microbiana e efeito na germinação, crescimento e composição química de capim-marandu.** 2016. 44 p. Dissertação (Mestrado em Agroecologia). Universidade Federal de Viçosa, 2016.

DOS SANTOS, L. F. *et al.* Efeito dos Microrganismos Eficientes (EM) na Germinação de *Brachiaria brizantha*. In: Simpósio de Pós-Graduação em Agroecologia, p. 51, 2015, Viçosa. **Anais** [...]. Disponível em <http://www.simposioppgagroecologia.ufv.br/wp-content/uploads/Anais-do-IV-SIMPA-20152.pdf>. Acesso em: 19 setembro 2019.

FEIJOO, M. A. L.; REINALDO, J. R. M. Microorganismos eficientes y sus beneficios para los agricultores. In: **Revista Científica Agroecosistemas**, v. 4, p. 31-40, 2016.

FIGUEIREDO, N. O. **Atividade microbiológica promove o crescimento de milho e a qualidade do solo.** 2019. 49 p. Dissertação (Mestrado em Agroecologia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2019.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - **FAO**. Disponível em: <http://www.fao.org/news/story/pt/item/283456/icode/>. Acesso em: 16 de setembro 2019.

FORMOWITZ, B. *et al.* The role of "effective microorganisms" in the composting of banana (*Musa spp.*) residues. **Journal of Plant Nutrition**, v. 170, p. 649-656, 2007.

GONZÁLEZ, R. L. *et al.* Evaluación de microorganismos eficientes y *Trichoderma harzianum* en la producción de posturas de cebolla (*Allium cepa* L.). **Centro Agrícola**, v. 42, n. 2, p. 25-32, 2015.

HIGA, T. Microrganismos Eficazes: seu papel na agricultura natural messiânica e na agricultura sustentável. In: **Conferência Internacional de Agricultura Natural Messiânica**, 3, 1993, Santa Bárbara, Califórnia, USA. Experimentos sobre o uso de microrganismos eficazes (E.M.) no Brasil. Fundação Mokiti Okada, p. 6-11, 1993.

HIGA, T.; PARR; J. F. Beneficial and effective microorganisms for a sustainable agriculture and environment. **International Nature Farming Research Centre**, Atami, Japan, 1994.

HIGA, T.; WIDIDANA, G. N. Changes in the soil microflora induced by effective microorganisms. In: **International Conference on Kyusei Nature Farming**, 1, 1989, Khon Kaen. Proceeding Washington: [s.n.], 1991. p. 153-162.

HU, C.; QI, Y. Long-term effective microorganisms application promote growth and increase yields and nutrition of wheat in China. **European Journal of Agronomy**, v. 46, p. 63-67, 2013.

JAVAID, A. Beneficial Microorganisms for Sustainable Agriculture. *In*: LICHTFOUSE, E. (eds) Genetic Engineering, Biofertilisation, Soil Quality and Organic Farming. **Sustainable Agriculture Reviews**, v. 4, p. 347-369, 2010.

JAVAID, A. Foliar application of effective microorganisms on pea as an alternative fertilizer. **Agronomy for Sustainable Development**, V 26, p. 257-262, 2006.

JAVAID, A. Effects of biofertilizers combined with different soil amendments on potted rice plants. **Chilean journal of agricultural research**, v. 71, n. 1, p. 157, 2011.

JUSOH, M. L. C.; MANAF, L. A.; LATIFF, P. A. Composting of rice straw with effective microorganisms (EM) and its influence on compost quality. **Iranian Journal of Environmental Health Science & Engineering**, v. 10, p. 17, 2013.

KALAJI, H. M. *et al.* Effective microorganisms impact on photosynthetic activity of *Arabidopsis* plant grown under salinity stress conditions. **Annals of Warsaw University of Life Sciences**, v. 48, p. 153-163, 2016.

KHALIQ, A.; ABBASI, M.; HUSSAIN, T. Effects of integrated use of organic and inorganic nutrient sources with effective microorganisms (EM) on seed cotton yield in Pakistan. **Bioresource Technology**, v. 97, n. 8, p. 967-972, 2006.

KHAN, B. M.; HOSSAIN, M. K.; MRIDHA, M. A. U. Improving *Acacia auriculiformis* seedlings using microbial inoculant (Beneficial Microorganisms). **Journal of Forestry Research**, v. 25, p. 359-364, 2014.

KHAN, B. M.; HOSSAIN, M. K.; MRIDHA, M. A. U. Nursery practice on seed germination and seedling growth of *Dalbergia sissoo* using beneficial microbial inoculants. **Journal of Forestry Research**, v. 22, p. 189-192, 2011.

KIM, S. G.; LIM, Y. D.; RYANG, H. G. **Yield and quality of vegetable as affected by effective microorganisms**, 2012. Disponível em: <http://www.emro-asia.com/data/7.pdf>. Acesso em: setembro 2019.

MAGRINI, F.; SARTORI, V.; FINKLER, R. Características químicas e avaliação microbiológica de diferentes fases de maturação do biofertilizante bokashi. **Agrarian**, v. 4, n. 12, p. 146-151, 2011.

MAYER, J. *et al.* How effective are "Effective microorganisms<sup>®</sup> (EM)"? Results from a field study in temperate climate. **Applied Soil Ecology**, v. 46, p. 230-239, 2010.

- MEGALI, L.; GLAUSER, G.; RASMANN. Fertilization with beneficial microorganisms decreases tomato defenses against insect pests. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 34, p. 649-659, 2014.
- MINILLO, A. *et al.* Biodegradação de fármacos na água por microrganismos. **Revista DAE**, v. 179, n. 1, p. 42-49, 2009.
- MOROCHO, M. T.; LEIVA-MORA, M. Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. **Centro Agrícola**, v. 46, n. 2, p. 93-103, 2019.
- MOWA, E.; MAASS, E. The effect of sulphuric acid and effective micro-organisms on the seed germination of *Harpagophytum procumbens* (devil's claw). **South African Journal of Botany**, v. 83, p.193-199, 2012.
- OLIVEIRA, E.C.A. *et al.* **Compostagem**. 2008. Piracicaba- São Paulo. Disponível em: [https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Compostagem\\_000fhc8nfqz02wyiv80efhb2adn37yaw.pdf](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Compostagem_000fhc8nfqz02wyiv80efhb2adn37yaw.pdf). Acesso em: 13 fevereiro 2021.
- OLLE, M.; WILLIAMS, I. H. Effective microorganisms and their influence on vegetable production – a review. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v. 88, n. 4, p. 380-386, 2013.
- OSMAN, H. H.; ABDEL-HAFEZ, H. F.; KHIDR, A. A. Comparison between the efficacy of two nano-particles and effective microorganisms on some biological and biochemical aspects of *Spodoptera littoralis*. **International Journal of Agriculture Innovations and Research**, v. 3, n. 6, p. 1620-1626, 2015.
- PAREDES FILHO, M. V.; FLORENTINO, L. A. Utilização de micro-organismos eficazes no processo de compostagem. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 10, n. 4, p. 375-382, 2016.
- PETERSEN, P. F.; VON DER WEID, J. M.; FERNANDES, G. B. Agroecologia: reconciliando agricultura e natureza. **Informe Agropecuário**, v. 30, p. 7-15, 2009.
- PRIYADI, K. *et al.* Effect of soil type, applications of chicken manure and effective microorganisms on corn yield and microbial properties of acidic wetland soils in Indonesia. **Soil Science and Plant Nutrition**, v. 5, p. 689-691, 2005.
- PUGAS, A. S. *et al.* Efeito dos Microrganismos Eficientes na taxa de germinação e no crescimento da Abobrinha (*Curcubita pepo* L.). **Cadernos de Agroecologia**, v. 8, p. 1-5, 2013.
- RAHMAN, K. S. M. *et al.* Bioremediation of gasoline contaminated soil by a bacterial consortium amended with poultry litter, coir pith and rhamnolipid biosurfactant. **Bioresource Technology**, v. 81, p. 25-32, 2002.

- RODRIGUES J. S. *et al.* Presence of drugs and hormones in water: A scientometric analysis. **Research, Society and Development**, v. 7, n. 6, p. 1-22, 2018.
- SHARMA, A. *et al.* Insights into rapid composting of paddy straw augmented with efficient microorganism consortium. **International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture**, v. 3, p. 54, 2014.
- SHINTANI, M. *et al.* Anti-Inflammatory and Immunostimulatory Effects of Extract from Culture of Effective Microorganisms (ECEM) Revealed by Functional Genomics and Metabolome Analyses. **Food and Nutrition Sciences**, v. 6, p. 1115-1125, 2015.
- SHISHIDO, M.; CHANWAY, C. P. Storage effects on indigenous soil microbial communities and PGPR efficacy. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 30, p. 939-947, 1998.
- STAMETS, P. **Mycelium running: how mushrooms can help save the world**. Ten Speed Press. California, 2005. p. 9-61.
- SYLVIA, D. M. *et al.* **Principles and applications of soil microbiology** (2nd Edition). Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 2005.
- TEIXEIRA, N. T.; WITT, L.; SILVA FILHO, P. R. R. Microrganismos de Regeneração nas Propriedades Químicas do Solo, Desenvolvimento e Produção de Milho. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v. 14, n. 2, p. 72-80, 2017.
- TONDER, N.C.P. *et al.* Interaction effects of Effective Microorganisms and prolonged storage on germination and seedling vigour of maize, sorghum and sunflower. **Journal for New Generation Sciences**, v. 12, p. 147-161, 2014.
- VALARINI, P. J. *et al.* Integrated evaluation of soil quality after the incorporation of organic matter and microorganisms. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 33, p. 35-40, 2002.
- VALENTE, B. S. *et al.* Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos. **Archivos de Zootecnia**, v. 69, p. 1-3, 2009.
- VAN VLIET, P. C. J.; BLOEM, J.; GOEDE, R. G. M. Microbial diversity, nitrogen loss and grass production after addition of Effective Micro-organisms® (EM) to slurry manure. **Applied Soil Ecology**, v. 32, p. 188-198, 2006.
- VERMA, S. *et al.* Improvement of antioxidant and defense properties of Tomato (var. Pusa Rohini) by application of bioaugmented compost. **Saudi journal of biological sciences**, v. 22, n. 3, p. 256-264, 2015.
- VICENTINI, L. S.; CARVALHO, K.; RICHTER, A. S. Utilização de microrganismos eficazes no preparo da compostagem. Faculdade Integrada Espirita. Resumos do VI CBA e II CLAA. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, p. 3367- 3370. 2009.

# CAPÍTULO 20

## MICROBIOLOGIA E AGROECOLOGIA: PARCERIA PARA A SAÚDE DO CORPO, DOS ECOSISTEMAS E DA MENTE

Paulo Prates Júnior, Kaliane Sírio Araújo e José Guilherme Prado Martin

### Introdução

Microrganismos são seres diminutos, em sua grande maioria benéficos para os seres humanos e demais organismos vivos, que exercem papéis fundamentais nos sistemas naturais e agrícolas, bem como na alimentação e nutrição animal e humana. Correspondem à maioria dos organismos vivos do nosso planeta e inclui as bactérias, arqueias, fungos, protozoários, algas unicelulares e vírus. Os microrganismos colonizam os mais diferentes habitats por apresentarem uma grande diversidade metabólica, portanto são considerados ubíquos, uma vez que habitam o solo, a água, o ar, a superfície e o interior dos corpos de plantas e animais. Assim, estão presentes até mesmo em nossos alimentos, realizando transformações importantes, tornando-os mais saborosos, inebriantes e/ou nutritivos.

As plantas e os animais estabelecem relações simbióticas mutualistas com os microrganismos, permitindo que estes realizem uma série de atividades ecológicas e funcionais, conforme sinergias estabelecidas ao longo do processo evolutivo. A ocupação do ambiente terrestre pelas plantas, por exemplo, ocorreu há cerca de 450 milhões de anos, devido à associação mutualista das raízes primitivas com fungos micorrízicos (BRUNDRETT, TEDERSOO, 2018).

Microrganismos habitam a superfície e os tecidos internos das plantas, formando um microbioma diversificado que atua sobre a sobrevivência, na sobrevivência, nutrição e saúde das mesmas (VANDENKOOHUYSE *et al.*, 2015; ARAÚJO *et al.*, 2018; PRATES JÚNIOR, 2018).

Cabe aos estudiosos da Agroecologia a tarefa de estudar as atividades microbianas nos sistemas agroalimentares e manejar o microbioma das plantas, de modo a otimizar funções de interesse, bem como diminuir a susceptibilidade a doenças, aumentar a disponibilidade, ciclagem de nutrientes e a tolerância ao estresse abiótico.

Os microrganismos auxiliam também na saúde e alimentação dos animais, sendo mais evidente na nutrição de ruminantes. A colonização do trato gastrointestinal por microrganismos promove a ativação do sistema imunológico (MALMUTHUGE *et al.*, 2015) e a digestão de materiais lignocelulolíticos, os quais não são digeríveis pelos mamíferos, abrindo possibilidades de manipulação desse microbioma para melhorar a produção e o bem-estar animal.

Em adição, os microrganismos contribuem para a saúde do corpo e da mente de seres humanos, por meio de estímulos ao sistema imunológico, produção de metabólitos, tais como vitamina K e B (YOSHII *et al.*, 2019), assim como de

hormônios ligados à sensação de bem-estar, a exemplo da serotonina (YANO *et al.*, 2016), trazendo impactos positivos para nossa saúde mental. Nesse contexto, torna-se necessário estabelecer estratégias que promovam o equilíbrio e a restauração da nossa microbiota benéfica. Ao encontro dessa demanda, verifica-se um crescente interesse da população por probióticos, que podem ser administrados na forma de cápsulas ou a partir da dieta.

A produção de alimentos fermentados tem ganhado cada vez mais destaque, devido principalmente ao aumento da demanda por produtos pouco processados, livres de conservantes químicos. Esse grupo de alimentos engloba uma ampla variedade de opções, dentre elas cervejas, queijos, leguminosas, vegetais fermentados, bem como pães de fermentação natural.

A possibilidade de transformar matéria-prima perecível em produtos com características funcionais distintas traz impactos significativos para os hábitos alimentares da população. Nesse sentido, o saber acerca das práticas produtivas desse grupo de alimentos representa um claro instrumento de transformação social, à medida que amplia a disponibilidade de alimentos ricos em vitaminas e nutrientes, livres de conservantes sintéticos, refletindo em melhoria na saúde, além de representar um potencial de incremento da renda a partir da comercialização de alimentos fermentados produzidos artesanalmente.

Nesse sentido, a proposta de construção desse capítulo foi para destacar o papel essencial que os microrganismos têm na promoção do equilíbrio e funcionalidade de sistemas naturais e agrícolas. Além disso, apresentar informações relacionadas à utilização de microrganismos na produção de alimentos fermentados, estratégia importante para a restauração da nossa microbiota e na promoção da saúde alimentar, nutricional e mental, conforme princípios estabelecidos pela Agroecologia.

### **Agroecologia e microbiologia na sustentabilidade dos sistemas agroalimentares**

A Agroecologia é um campo do conhecimento científico que contribui para ampliar o entendimento dos sistemas agroalimentares em termos ecológicos, agrícolas, sociais e nutricionais (PRATES JÚNIOR *et al.*, 2016). Neste contexto, avalia e propõe estratégias de manejo mais sustentáveis para os sistemas agroalimentares, favorecendo a equidade e justiça social, bem como o uso racional dos bens naturais e da biodiversidade (CUSTÓDIO, PRATES JÚNIOR, 2020). Tais princípios são essenciais para a manutenção de serviços ecossistêmicos diversos, nos quais os microrganismos exercem papéis-chave, contribuindo significativamente para a produção agrícola sustentável.

Os sistemas de manejo que adotam práticas agroecológicas, tais como adubação verde, redução ou supressão do uso de agroquímicos (fertilizantes sintéticos e agrotóxicos) e o estabelecimento de sistemas agroflorestais favorecem a diversidade de grupos funcionais importantes para a manutenção de serviços ecossistêmicos (PRATES JÚNIOR *et al.*, 2019). Os fungos micorrízicos arbusculares, por exemplo, são conhecidos por aumentar a disponibilidade de nutrientes e favorecer a tolerância das plantas ao estresse biótico e abiótico (SMITH, READ, 2008), desempenhando papel-chave na produtividade e qualidade da produção agrícola. A presença de bactérias fixadoras de nitrogênio, rizobactérias (PGPR) e fungos promotores do crescimento de plantas (PGPF) também contribui para aprimorar a aquisição de nutrientes e aumentar a tolerância ao estresse biótico e abiótico, bem como melhorar a qualidade do solo.

Assim, torna-se fundamental reconhecer que, embora diminutos e pouco reconhecidos pelo público leigo e parte dos acadêmicos, os microrganismos são fundamentais para promover a sustentabilidade dos sistemas agroalimentares.

### **Interações entre planta e microrganismos: associações mutualísticas e sua importância para os (agro)ecossistemas**

A ampla diversidade microbiana, embora ainda pouco conhecida, é um fator imprescindível para a manutenção da sustentabilidade dos (agro)ecossistemas, uma vez que atuam nos ciclos biogeoquímicos e na disponibilidade de nutrientes (MOREIRA, SIQUEIRA, 2006). Dessa forma, técnicas clássicas e genômicas têm sido adotadas no intuito de ampliar o conhecimento sobre a diversidade microbiana e buscar entender melhor as interações entre os microrganismos e as plantas (ARAÚJO *et al.*, 2018; GOULART *et al.*, 2019).

Os microrganismos estabelecem relações simbióticas mutualistas com plantas, incluindo espécies de interesse florestal e agrícola (ARAÚJO *et al.*, 2017; MARTINS *et al.*, 2018), possibilitando maior crescimento e desenvolvimento vegetal, mesmo sob condições ambientais de estresse, o controle de fitopatógenos, a produção de enzimas, antibióticos e produtos naturais. A seguir apresentaremos o papel dos principais microrganismos envolvidos em relações mutualísticas com plantas e seus impactos para os (agro)ecossistemas.

#### *Bactérias e fungos endofíticos de plantas*

Bactérias e fungos endofíticos são aqueles que vivem todo ou parte do seu ciclo de vida no interior das plantas sem causar dano aparente ao hospedeiro (PETRINI, 1991). São distintos dos demais microrganismos que vivem na superfície dos órgãos e tecidos vegetais, e podem ser encontrados internamente às folhas, caule e raízes (CHOWDHURY *et al.*, 2017; ARAÚJO *et al.*, 2018; ZHANG *et al.*, 2019), realizando funções importantes, incluindo a adaptabilidade das plantas ao meio e a disponibilidade de nutrientes em seus tecidos.

A comunidade de fungos e bactérias endofíticas presentes dentro das folhas, do caule e das raízes pode apresentar composição diferente em diferentes plantas hospedeiras (CHOWDHURY *et al.*, 2017; ARAÚJO *et al.*, 2018). Em seringueira (*Hevea guianensis* Aubl.), por exemplo, houve maior frequência de isolados nas folhas e maior riqueza e diversidade no caule, cujos gêneros *Colletotrichum*, *Lasiodiplodia* e *Diaporthe* foram os mais abundantes nas folhas, *Penicillium* nas raízes, enquanto *Trichoderma* e *Fusarium* foram encontrados no caule e raízes (ARAÚJO *et al.*, 2018).

A comunidade microbiana que vive dentro dos tecidos vegetais pode variar devido a fatores como temperatura, pH e disponibilidade de nutrientes no solo (CHOWDHURY *et al.*, 2017). O manejo agrônomico afeta o recrutamento de microrganismos endofíticos (WAGNER *et al.*, 2016), os quais influenciam o desenvolvimento e a saúde das plantas. Os sistemas de manejo mais equilibrados tendem a manter uma maior diversidade de microrganismos endofíticos benéficos.

Embora a diversidade total de microrganismos endofíticos de plantas seja pouco conhecida, seus papéis funcionais para os (agro)ecossistemas e para a indústria tem sido cada vez mais estudado. Muitos compostos utilizados na agricultura, como

biofertilizantes, fitorreguladores de crescimento vegetal e agentes de controle biológico de doenças e pragas advêm de microrganismos endofíticos. Bactérias, a exemplo de *Pseudomonas alcaliphila* e *Bacillus subtilis*, são capazes de promover o crescimento e o aumento da resistência do hospedeiro ao estresse biótico e abiótico, uma vez que produzem ácido indol-acético, sideróforos, fixam nitrogênio, solubilizam fosfato e são antagonistas a vários fitopatógenos, tais como *Phytophthora nicotianae* e *Erwinia cantovora* (ZHANG *et al.*, 2019). Assim, esses microrganismos conferem benefícios que favorecem a saúde da planta hospedeira.

Existem ainda fungos endofíticos com potencial de biocontrole de patógenos humanos, como *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhimurium*, *Bacillus subtilis* e *Escherichia coli*, e de fitopatógenos, como *Fusarium spp*, *Rhizoctonia solani*, bem como potencial nematicida contra *Meloidogyne javanica* (FARHAT *et al.*, 2019). Deste modo, é importante estabelecer técnicas de manejo que promovam o aumento da diversidade de endofíticos, de modo a favorecer a produção de substâncias bioativas para nosso corpo e mente.

#### *Bactérias fixadoras de nitrogênio como simbioses de plantas*

As bactérias diazotróficas, ao realizarem a fixação biológica de nitrogênio, aumentam sua disponibilidade e são encontradas abundantemente na rizosfera e endofiticamente ao invadirem o córtex, colonizarem os tecidos internos e formarem nódulos em diversas espécies vegetais (MOREIRA, SIQUEIRA, 2006).

Algumas bactérias fixadoras de nitrogênio, a exemplo de *Azoarcus sp*, são capazes de se associar a gramíneas, tais como trigo, arroz, milho e cana-de-açúcar (HUREK, REINHOLD-HUREK, 2003; HUNGRIA, 2011), aumentando a disponibilidade de nitrogênio. Estirpes de *Azospirillum* associam-se ao milho (*Zea mays* L.) e ao trigo (*Triticum aestivum* L.), sendo capazes de aumentar a produção de grãos em 30 % e 18 %, respectivamente (HUNGRIA, 2011). Em soja (*Glycine max* L.) é comum a inoculação com *Bradyrhizobium japonicum*, que produz ácido indol 3-acético (IAA), ácido giberélico (GA3) e a zeatina (Z), resultando em maior crescimento, aumento na germinação de sementes e formação de nódulos (CASSÁN *et al.*, 2009). Espécies do gênero *Burkholderia* nodulam leguminosas (Fabaceae) de interesse florestal, como *Mimosa foliolosa* e *Mimosa bimucronata*, facilitando o crescimento das plantas hospedeiras em poucas condições de nutrientes (ARAÚJO *et al.*, 2017), o que corrobora sua importância em áreas com limitações agrícolas.

Diversas espécies de bactérias fixadoras de nitrogênio associativas e nodulíferas são capazes de promover o crescimento, controlar a ação de fitopatógenos e atuar na adaptação a condições ambientais de estresse de diferentes espécies de plantas, como *Z. mays* L. (milho) (MARAG, SUAMAN, 2018), *Phaseolus vulgaris* (feijão) (MARTINS *et al.*, 2018), *M. bimucronata* e *M. foliolosa* (ARAÚJO *et al.*, 2017). O manejo de bactérias fixadoras de nitrogênio, portanto, é de grande importância para minimizar o impacto da agricultura e promover a (agro)biodiversidade nos sistemas agroalimentares.

#### *Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMA)*

Os FMA são simbioses obrigatórios que estabelecem associação simbiótica mutualística com as raízes de plantas (PRATES JÚNIOR *et al.*, 2021a). Apresentam grande

importância em (agro)ecossistemas, por influenciarem na ocorrência e diversidade de plantas, bem como atuam no aumento da absorção de água e nutrientes do solo (MOREIRA, SIQUEIRA, 2006; HACK *et al.*, 2019), reduzindo o uso de insumos agrícolas.

A micorriza aumenta a absorção de macro e micronutrientes do solo pelas plantas, tornando-as mais vigorosas, em especial pelo aumento da absorção de fósforo (P) (MOREIRA, SIQUEIRA, 2006). Em Fabaceae, os FMA podem estimular a formação de nódulos de bactérias fixadoras de nitrogênio, estabelecendo uma relação simbiótica tripartite (HARRISON, 2012; HACK *et al.*, 2019). Isso possibilita o uso otimizado de nitrogênio (N) e fósforo (P), os dois nutrientes mais requeridos pelas plantas, sendo fundamentais para o manejo de sistemas agrícolas com baixo uso de insumos externos, na tentativa de se reduzir os impactos ambientais e aumentar a resiliência dos serviços ecossistêmicos.

Além disso, a associação tripartite atua na descontaminação do solo, tornando-o mais produtivo, uma vez que aumenta significativamente a biomassa de *Sesbania rostrata* em solo com urânio, realizando a fitoextração do contaminante (REN *et al.*, 2019). Deste modo, auxilia na recuperação de áreas degradadas, permitindo o cultivo de espécies florestais ou de interesse agrícola (PRATES JÚNIOR *et al.*, 2021b), de forma a preservar a saúde do solo, da planta, dos animais e dos seres humanos.

Os fungos micorrízicos arbusculares tem papel importante na manutenção da fertilidade do solo (GIANINAZZI *et al.*, 2010), devido à capacidade da rede de hifas absorver nutrientes distantes da área de exploração das raízes. Entretanto, diversos fatores abióticos relacionados a práticas de manejo influenciam as comunidades de FMA; a aração, por exemplo, fragmenta a rede de hifas; já a fertilização excessiva desfavorece esta simbiose mutualista. Os sistemas de manejo menos intensivos, que utilizam práticas agroecológicas como adubação verde e sistemas agroflorestais (SAF) apresentam maior diversidade de fungos micorrízicos arbusculares (PRATES JÚNIOR *et al.*, 2019), favorecendo a sustentabilidade.

### **A importância da microbiota do solo em sistemas agroalimentares**

Os solos são matrizes complexas que apresentam constituição físico-química e biológica variada, que abrigam microrganismos, os quais interagem entre si e com o meio abiótico. A atividade de microrganismos no solo desempenha serviços ecossistêmicos que contribuem direta e indiretamente para a sustentabilidade e bem-estar humano (WALL *et al.*, 2015), uma vez que é fonte de água e alimentos, estoque de carbono orgânico, dentre outros benefícios.

A diversidade microbiana permite a realização de serviços ecossistêmicos, os quais dependem do equilíbrio e interações sinérgicas e antagônicas entre espécies e indivíduos. Assim, a Agroecologia deve realizar estudos e desenvolver técnicas que permitam o uso e manejo adequado de tal diversidade. Isto porque os microrganismos desempenham diversas transformações bioquímicas no solo, incluindo a degradação de materiais orgânicos, que permite incorporar carbono orgânico no solo, participando diretamente dos ciclos biogeoquímicos e do fluxo de energia pela cadeia trófica. São responsáveis pela formação de substâncias húmicas (ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e húmina), as quais contribuem para a fertilidade do solo.

Além disso, a qualidade do solo, que inclui a sua biodiversidade, tem efeitos sobre a saúde humana, uma vez que solos empobrecidos, com baixos teores de nutrientes,

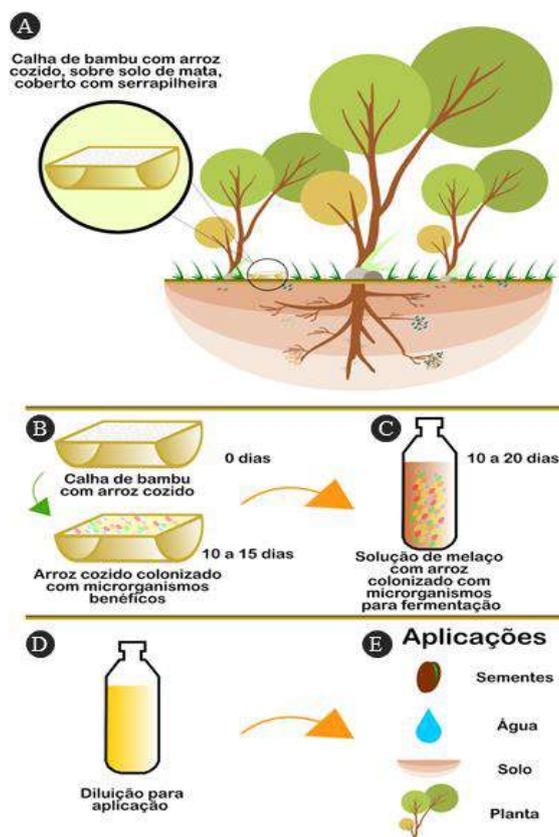
resultam em microbiota, plantas e animais com deficiências nutricionais, refletindo na segurança alimentar e nutricional. Sabe-se, por exemplo, que solos tropicais podem apresentar menores quantidades de Zn (CAVAGNARO, 2008), que é um micronutriente fundamental para a saúde de plantas, animais e seres humanos (YASUDA, TSUTSUI, 2016; SLOUP *et al.*, 2017; BARMAN *et al.*, 2018), por impactar diretamente o crescimento celular, a resposta do sistema imunológico, neurológico e reprodutivo. Cabe ressaltar que a deficiência de Zn atinge cerca de 20 a 30 % da população mundial (YASUDA, TSUTSUI, 2016). Os FMA têm papel importante na absorção e disponibilização de nutrientes pouco móveis no solo, tal como o zinco (Zn), implicando em maior absorção e disponibilidade deste micronutriente em plantas micorrizadas (TONG *et al.*, 2013). Os sistemas mais sustentáveis devem aproveitar a ubiquidade e os inúmeros serviços ecossistêmicos de FMA, tais como maior disponibilidade de nutrientes, bioproteção e melhor estruturação do solo (GIANINAZZI *et al.*, 2010), contribuindo para a robustez e resiliência, devido à multifuncionalidade.

Além dos papéis já apontados anteriormente, os microrganismos são também importantes na estruturação do solo, pois auxiliam na formação de agregados, à medida que produzem exopolissacarídeos, os quais, junto às hifas de fungos e de actinobactérias, formam uma rede que envolve e adere partículas. Os FMA agregam partículas ao produzir a glomalina, que é uma glicoproteína que se liga a colóides minerais do solo (YANG *et al.*, 2017; CARDOSO *et al.*, 2021). A glomalina tem hidrofobicidade, termoestabilidade e durabilidade (RILLING *et al.*, 2001), sendo importante na manutenção do estoque de carbono orgânico e pode ser utilizado como indicador de qualidade do solo.

A quantidade de carbono orgânico no solo está diretamente relacionada à disponibilidade de outros nutrientes, a exemplo do fósforo orgânico. Sabe-se que os solos tropicais são altamente intemperizados, resultando em baixa disponibilidade de fosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) na solução do solo. Assim, uma importante fonte de fósforo são os componentes orgânicos, conforme a ciclagem da matéria orgânica, devido à produção de fosfatases ácidas e alcalinas, que atuam na imobilização e mineralização do fósforo (MOREIRA, SIQUEIRA, 2006).

A agricultura convencional utiliza grandes quantidades de adubos fosfatados para aumentar a produtividade. Entretanto, os problemas decorrentes do seu uso irrestrito são diversos, desde a fase de mineração que suprime a vegetação até a aplicação do fertilizante que pode resultar na eutrofização de mananciais. Estima-se que 90 % do fósforo aplicado são rapidamente adsorvidos às partículas coloidais do solo (GONÇALVES *et al.*, 1985). Existem microrganismos com grande capacidade de solubilizar fosfato inorgânico e disponibilizá-lo para as plantas, incluindo fungos e bactérias (MENDES *et al.*, 2015; BECHTAOUI *et al.*, 2019), os quais podem ser manejados e/ou inoculados nos agroecossistemas.

É possível utilizar o potencial destes microrganismos por meio de tecnologias sociais, a exemplo dos microrganismos eficientes (EM - *Effective Microorganisms*), que consistem em um consórcio de microrganismos obtidos por uso de arroz como substrato para crescimento inicial, seguido por fermentação com melão de cana (BONFIM *et al.*, 2011; AHN *et al.*, 2014), tendo diversas aplicações (Figura 1). Essa solução fermentada, funciona como um probiótico para as plantas. E pode ter a composição microbiana e bioquímica variada, conforme o local de origem, tempo e modo de preparo.



**Fonte:** autores.

**Figura 1.** Modo de obtenção e cultivo de EM - *Effective Microorganisms*. (A) arroz cozido é colocado em um recipiente, coberto por uma tela para proteger de animais, sendo disposto em fragmento florestal e recoberto com uma camada de serrapilheira; (B) após 10 a 15 dias o arroz estará colonizado por diversos microrganismos; (C) cerca de 150 g de arroz colonizado por microrganismos são colocados para fermentação em 200 mL de melação de cana, diluído em água sem cloro (1:9, v:v), durante 10 a 20 dias, retirando-se os gases diariamente; (D) a solução fermentada é diluída em água sem cloro; (E) a aplicação inclui plantas, solo, água, sementes ou limpeza doméstica.

Os microrganismos e/ou os seus metabólitos presentes na solução fermentada têm potencial para disponibilizar nutrientes e proteger as plantas contra patógenos. O princípio básico é aumentar a diversidade de microrganismos benéficos por inoculações, contribuindo para restaurar a microbiota perdida, sobretudo em (agro)ecossistemas mais simplificados e com práticas convencionais. As plantas, os animais e os seres humanos têm grande dependência de microrganismos benéficos, o que implica em estabelecer estratégias para manter e restaurar a microbiota. Por isso, verifica-se o reconhecimento e crescimento do uso de produtos, a exemplo do EM e o preparo de alimentos fermentados para favorecer a saúde e a segurança alimentar e nutricional das pessoas.

### Alimentos fermentados como promotores de saúde

A produção de alimentos fermentados é reconhecida como uma das práticas mais antigas de transformação de matérias-primas em produtos de sabores complexos e particulares. Muito antes do conhecimento do papel dos microrganismos na deterioração de alimentos, objeto de estudo do francês Louis Pasteur, o ser humano já

fazia uso, de maneira experimental, de suas propriedades fermentadoras.

Quando o ser humano entende que consegue dominar o processo natural de deterioração, controlando a produção de ácidos, por exemplo, ele detém um conhecimento que seria perpetuado ao longo de milhares de anos. Se até hoje produzimos queijos, salame e chucrute, foi porque em algum momento, há muito tempo, o ser humano conseguiu controlar os processos naturais de fermentação espontânea. Tarefa difícil é precisar quando isso ocorreu, mas acredita-se que a produção de alimentos fermentados tenha se iniciado muito antes do advento da Agricultura, há mais de 14 mil anos (ARRANZ-OTAEGUI *et al.*, 2018).

Inicialmente, a prática de fermentar alimentos estava relacionada principalmente à necessidade humana de conservar matérias-primas perecíveis; o ácido láctico, por exemplo, composto produzido por bactérias lácticas presentes em uma ampla variedade de alimentos fermentados, apresenta efeito conservante, inibindo o crescimento de microrganismos deteriorantes indesejáveis, dentre bactérias e fungos, bem como de patógenos de importância em alimentos (VARSHA *et al.*, 2014; CASTELLANO *et al.*, 2017; AL-GAMAL *et al.*, 2019).

No entanto, com o passar dos anos e até os dias atuais, a prática de utilizar a fermentação microbiana está muito mais relacionada com a produção de alimentos ricos em sabores, aromas e texturas características, bem como vitaminas e compostos bioativos que conferem benefícios à saúde do consumidor. Acrescentam-se, ainda, os aspectos culturais relacionados a alguns tipos de alimentos fermentados, cujo consumo representa a identidade de diferentes sociedades ao redor do mundo.

Antes de abordarmos o papel dos microrganismos na produção de fermentados e os benefícios que conferem à saúde, é importante salientar que nós, seres humanos, somos constituídos em grande parte por microrganismos. Estudos recentes indicam que cerca de metade das células que compõem o corpo de um indivíduo adulto corresponde, na verdade, a microrganismos que desempenham importantes funções biológicas (SENDER *et al.*, 2016), como competir com patógenos invasores (numa relação de antagonismo microbiano), como a que ocorre no trato gastrointestinal, na mucosa vaginal, ou até mesmo na pele, além de produzir vitaminas absorvidas no intestino (relação de mutualismo). O impacto dos microrganismos na saúde humana tem sido objeto de estudo em diferentes partes do mundo; pesquisas relativas ao microbioma humano certamente nos ajudarão a entender melhor os mecanismos pelos quais a ingestão de microrganismos a partir de alimentos fermentados impacta positivamente na saúde e bem-estar.

Para cada alimento, uma microbiota distinta, característica, irá atuar sobre a matéria-prima, modificando-a, gerando os atributos típicos que irão conferir sua identidade, bem como produzir componentes com atividade biológica. Lácteos, como queijos, iogurte, leites fermentados e kefir, são produzidos a partir da fermentação homoláctica ou heteroláctica de bactérias como *Lactococcus* sp, *Streptococcus*, *Leuconostoc* sp. ou *Lactobacillus* sp. Além de produzirem ácido láctico, etanol, CO<sub>2</sub> e outros ácidos orgânicos - responsáveis pelos atributos sensoriais - estes fermentados também atuam como probióticos, ou seja, desempenham uma função benéfica ao organismo. Quando ingeridos em grandes quantidades, conferem uma proteção contra o estabelecimento de microrganismos patogênicos no trato gastrointestinal humano, além de bacteriocinas com reconhecida atividade antimicrobiana (PRADO *et al.*, 2015).

Essas mesmas bactérias podem ser encontradas em muitos vegetais fermentados,

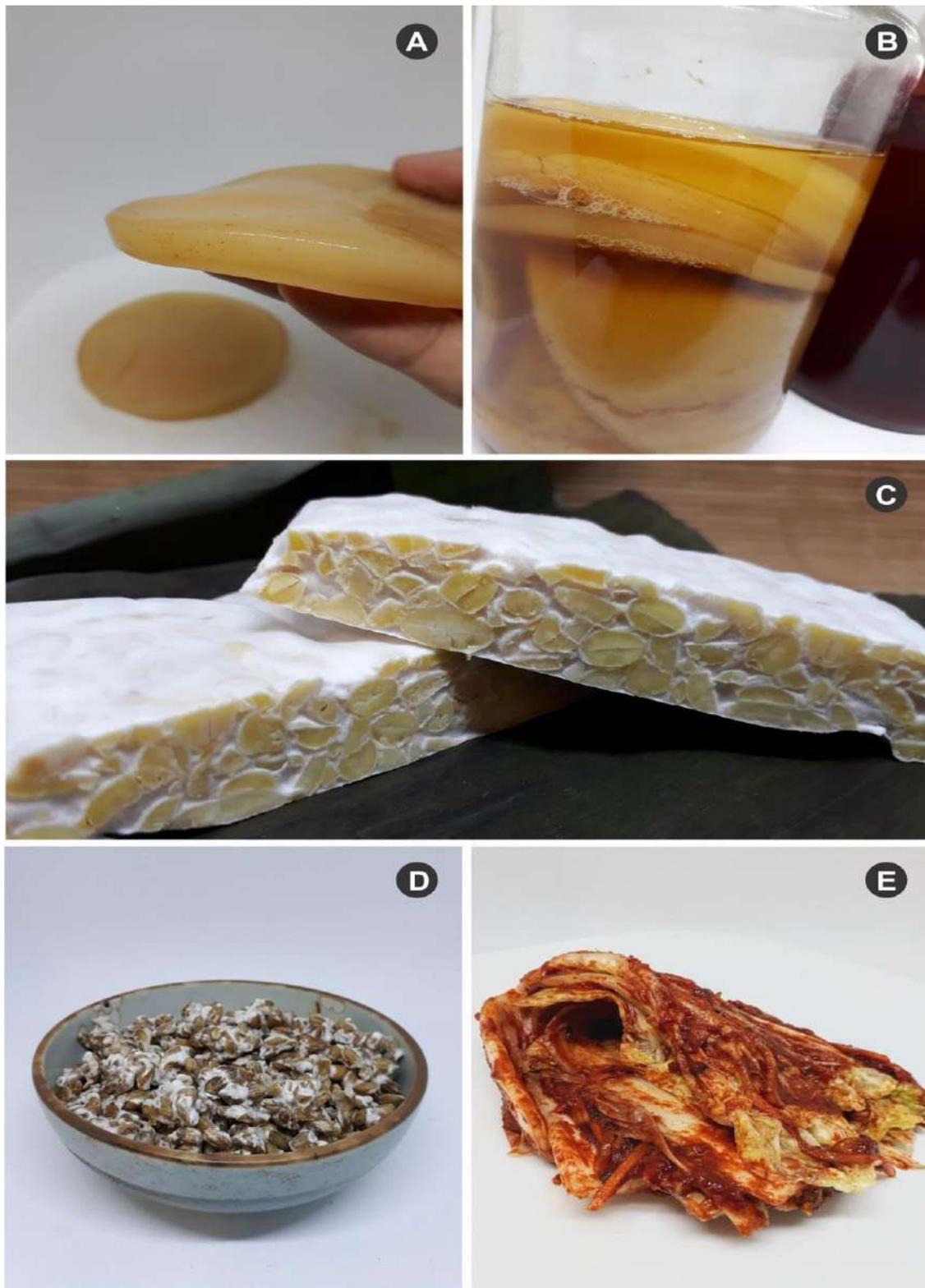
como o chucrute alemão (produzido a partir de repolho), as azeitonas, os picles e o *kimchi* coreano (produzido a partir de acelga) (Figura 2). A fermentação do vegetal confere maior durabilidade ao produto e uma textura crocante que se mantém durante praticamente toda sua vida-útil. Em *kimchi*, por exemplo, os componentes presentes no produto final são responsáveis por uma série de efeitos benéficos, como modulação do sistema imunológico, combate a microrganismos entéricos patogênicos e controle do ganho de peso (WOO *et al.*, 2017; KIM *et al.*, 2019; KOOK *et al.*, 2019).

Pães de fermentação natural também são exemplos de alimentos fermentados por bactérias lácticas, em conjunto com leveduras selvagens presentes na farinha ou distribuídas pelo ambiente de produção. *Saccharomyces cerevisiae*, talvez o mais conhecido e estudado microrganismo de importância para a produção de alimentos, é apenas uma das leveduras presentes nesse tipo de produto, que ainda pode conter *Kazachstania* sp, *Wickerhamomyces* sp, dentre outras (OSHIRO *et al.*, 2019). Em contraposição ao pão branco industrial, os pães de fermentação natural apresentam menor índice glicêmico, índices reduzidos de fitatos e glúten, reduzindo os efeitos de doenças inflamatórias intestinais em indivíduos sensíveis (GOBBETTI *et al.*, 2019).

Fungos filamentosos também desempenham um papel importante na produção de alimentos. O micélio branco do *Penicillium camemberti* em queijos finos (como Brie e Camembert), ou o azul-esverdeado *Penicillium roqueforti* usado na produção de queijos azuis (como Gorgonzola ou Roquefort), são responsáveis por causar proteólise e lipólise na massa do queijo, conferindo sabores e texturas típicas desse tipo de produto. Além disso, estudos têm indicado a presença de peptídeos bioativos em queijos mofados, resultando em efeitos antineoplásicos, anti hipertensivos e contra síndromes metabólicas (LALLÉS, 2016).

Outro fungo branco, *Rhizopus oligosporus*, ao recobrir completamente grãos de soja cozidos e embalados em folhas de bananeira, é o agente fermentador envolvido na produção de um produto indonésio único, o *tempeh*, bastante difundido principalmente dentre os veganos (Figura 2). O fungo, além de produzir ergosterol, um precursor da vitamina D, também reduz os fatores antinutricionais da soja, que é tão consumida por esse público em específico. Dessa maneira, a ingestão de maiores quantidades dessa leguminosa, na forma de *tempeh*, não interfere tanto na absorção de nutrientes provenientes de outras fontes da dieta, uma vez que parte do fitato abundante na soja é quebrado por fitases produzidas pelo fungo durante a fermentação (FENG *et al.*, 2007).

Já *Aspergillus oryzae*, fungo de coloração branca-amarelada, é utilizado na produção de uma grande variedade de alimentos, principalmente orientais, como saquê, missô e shoyu (molho de soja). Conhecido como *koji* (Figura 2), é responsável pela produção de uma série de enzimas proteolíticas que promovem a hidrólise das proteínas dos grãos de soja, bem como de amilases, que atuam sobre o amido dos grãos de trigo torrado, resultando na formação do sabor umami clássico do produto final. Ademais, estudos têm relatado o potencial antioxidante, antibacteriano e anti carcinogênico do molho de soja tipo japonês (KATAOKA, 2005).



Fonte: autores.

**Figura 2.** Alimentos fermentados: A) SCOBY utilizado na fermentação de chá por bactérias e leveduras para produção de kombucha (B); C) *Rhizopus oligosporus*, fungo de micélio branco que recobre grãos de soja cozidos para produção de tempeh indonésio; D) *Aspergillus oryzae*, também conhecido como koji, utilizado na inoculação de soja e trigo para produção de shoyu japonês; E) Kimchi, fermentado coreano de acelga feito a partir da acidificação láctica por microrganismos naturalmente presentes no vegetal.

Por fim, podemos ressaltar o papel das bactérias acéticas, como *Acetobacter* sp, amplamente utilizadas na produção de vinagre e bebidas carbonatadas, como a *kombucha*. Conhecida como o “refrigerante natural”, é produzida a partir da fermentação de chás verde ou preto (*Camellia sinensis*) adoçado por bactérias acéticas e leveduras que se organizam em uma estrutura de biofilme comumente chamada de SCOBY (Symbiotic Culture of Bacteria and Yeasts) (Figura 2). A fermentação é responsável pela formação do gosto característico, bem como pelo gás, tornando a bebida refrescante. De baixo teor calórico, uma vez que a maior parte do açúcar é consumido pela microbiota fermentadora durante o processo produtivo, apresenta benefícios comprovadamente reconhecidos, como atividades antioxidante, anti-inflamatória e anticarcinogênica (VILLARREAL-SOTO *et al.*, 2018).

A possibilidade de se produzir alimentos fermentados em ambiente doméstico, de maneira artesanal, incentivando o consumo de alimentos saudáveis, em contraposição aos produtos ultraprocessados, se enquadra perfeitamente dentro da proposta do Guia Alimentar para a População Brasileira, um conjunto de diretrizes alimentares oficiais para a população utilizadas na elaboração de políticas públicas visando à melhoria da qualidade da alimentação dos brasileiros (BRASIL, 2014). Dessa forma, instruir a comunidade acerca das inúmeras possibilidades práticas de produção de alimentos em ambiente doméstico é imprescindível para que as metas constantes do referido guia sejam amplamente atingidas.

Na tentativa de se reduzirem os índices de desnutrição crônica e deficiência de nutrientes, principalmente em populações vulneráveis como indígenas, quilombolas e mulheres e crianças que vivem em áreas pouco assistidas por políticas públicas, bem como problemas com excesso de peso (que acometem metade dos adultos e um terço das crianças brasileiras), as recomendações contidas no referido guia são imprescindíveis para que se reduzam os problemas decorrentes da má alimentação (BRASIL, 2006). O desenvolvimento de ações que visem à promoção da alimentação adequada e saudável é um claro compromisso constante da Política Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional. Nesse sentido, entendemos que a produção doméstica de alimentos fermentados vai ao encontro dessas diretrizes direcionadas a práticas saudáveis de alimentação.

O conceito de Segurança Alimentar e Nutricional reconhece não apenas a produção de alimentos como elemento assegurador de uma alimentação saudável, mas também a necessidade de acesso aos bens naturais e essenciais, como terra e água; além do reconhecimento dos sujeitos como detentores do direito à alimentação adequada. Tais conceitos estão em consonância com movimentos internacionais para a melhoria da alimentação, como o *Slow Food*, criado na Itália na década de 1980 e que tem como preceito básico a produção de alimentos bons, limpos e justos, ou seja, alimentos saborosos, com qualidade nutricional, livres de contaminantes químicos e cuja produção remunere de maneira digna todos os agentes envolvidos, em especial agricultores familiares (PETRINI, 2009).

Assim, leitores, tal entendimento nos leva a questionar a concepção dominante de sistemas agroalimentares baseados em monoculturas de exportação e pacotes tecnológicos da Revolução Verde. Para reverter esse quadro e garantir uma alimentação saudável, é essencial construir adequações epistemológicas, metodológicas, técnicas e socioculturais, o que nos levará a romper paradigmas e possibilitar a construção da Agroecologia.

## Considerações finais

A Agroecologia é uma ciência que agrega conhecimentos capazes de promover sistemas agroalimentares mais sustentáveis, o que implica em maiores entendimentos do papel fundamental dos microrganismos na realização de serviços ecossistêmicos essenciais, bem como na saúde do nosso corpo e da nossa mente. Os microrganismos que habitam a superfície, tecidos internos ou a rizosfera de plantas são diversificados e devem ser levados em consideração nas estratégias de manejo para a produção de alimentos, em uma visão mais holística dos sistemas agroalimentares. Esses microrganismos, dentre outras funções, otimizam a absorção de nutrientes e metabólitos e, conseqüentemente, aumentam a disponibilidade destes em seus tecidos.

Os solos são ambientes dinâmicos que garantem a produção de alimentos, sendo os microrganismos fundamentais não apenas para a sua fertilidade, mas também em uma série de serviços ecossistêmicos que inclui os ciclos biogeoquímicos, a regulação climática, a imobilização e a degradação de resíduos e poluentes. Os estudiosos da Agroecologia precisam entender e manejar a complexidade ecológica do solo, incluindo os simbioses mutualistas, a exemplo de rizóbios e fungos micorrízicos arbusculares, bem como utilizar inoculantes benéficos, a exemplo da solução de EM (*Effective Microorganisms*), que tem efeitos positivos na qualidade do solo e, conseqüentemente, na saúde humana.

Neste cenário, os alimentos fermentados, os quais funcionam com probióticos, tais como kefir e kombucha, tem ganhado destaque na alimentação humana, uma vez que além de fornecer nutrientes e conservar os alimentos, possibilitam a regulação da nossa microbiota entérica. Os microrganismos intestinais, além de auxiliar na digestão, produzem hormônios que auxiliam a nossa saúde mental e sensação de bem-estar. Além disso, os saberes relacionados ao uso destes microrganismos contribuem para uma alimentação segura e saudável e são instrumentos de autonomia e transformação social. Deste modo, promovem a segurança e soberania alimentar e nutricional, que estão entre os campos de estudo da Agroecologia.

## Referências

- AHN, K. *et al.* Quantitative analysis of the three main genera in effective microorganisms using qPCR. **Korean Journal of Chemical Engineering**, v. 31, p. 849-854, 2014.
- AL-GAMAL, M. S. *et al.* The protective potential of selected lactic acid bacteria against the most common contaminants in various types of cheese in Egypt. **Heliyon**, v. 5, n. 3, p. 1-19, 2019.
- ARAÚJO, K. S. *et al.* *Bukholderia* strains promote *Mimosa* spp. growth but not *Macrotidium atropurpureum*. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, n. 1, p. 41-48, 2017.
- ARRANZ-OTAEGUI, A. *et al.* Archaeobotanical evidence reveals the origins of bread 14,400 years ago in northeastern Jordan. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 31, n. 115, p. 7925-7930, 2018.

ARAÚJO, K. S. *et al.* Diversity of culturable endophytic fungi of *Hevea guianensis*. A latex producer native tree from the Brazilian Amazon. **African Journal of Microbiology Research**, v. 12, n. 42, p. 953-964, 2018.

BARMAN, H. *et al.* Zinc in Soil Environment for Plant Health and Management Strategy. **Universal Journal of Agricultural Research**, v. 6, n. 5, p. 149-154, 2018.

BECHTAOUI, N. *et al.* Characterization of plant growth promoting rhizobacteria and their benefits on growth and phosphate nutrition of faba bean and wheat. **Biology Open**. v. 8, n. 7, 2019.

BONFIM, F. P. G. *et al.* **Caderno dos Microrganismos Eficientes**. 2011. (Desenvolvimento de material didático ou instrucional - Cartilha). Disponível em <http://estaticog1.globo.com/2014/04/16/caderno-dos-microrganismos-eficientes.pdf>. Acesso em: 19 setembro 2019.

BRASIL. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Guia alimentar para a população brasileira**. 2ª ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2014.

BRUNDRETT, M. C.; TEDERSOO, L. Evolutionary history of mycorrhizal symbioses and global host plant diversity. **New Phytologist**, v. 220, p. 1108-1115, 2018.

CARDOSO, E. B. *et al.* Glomalina: características, extração e quantificação. *In*: PRATES JÚNIOR *et al.* (org.) **Micorrizas arbusculares: conceitos metodologias e aplicações**. Viçosa: SBCS, 2021. cap. 4, p. 69-76.

CASSÁN, F. *et al.* Corrigendum to "Azospirillum brasilense Az39 and Bradyrhizobium japonicum E109, inoculated singly or in combination, promote seed germination and early seedling growth in corn (*Zea mays* L.) and soybean (*Glycine max* L.). **European Journal of Soil Biology**, v. 47, p. 214, 2011.

CASTELLANO, P. *et al.* Strategies for Pathogen Biocontrol Using Lactic Acid Bacteria and Their Metabolites: A Focus on Meat Ecosystems and Industrial Environments. **Microorganisms**, v. 5, n. 3, p. 1-25, 2017.

CAVAGNARO, T. R. The role of arbuscular mycorrhizas in improving plant zinc nutrition under low soil zinc concentrations: a review. **Plant and Soil**, v. 304, n. 1-2, p. 315-325, 2008.

CHOWDHURY, E. K. *et al.* Composition, diversity and bioactivity of culturable bacterial endophytes in mountain-cultivated ginseng in Korea. **Scientific Reports**, v. 7, p. 10098, 2017.

CUSTODIO, A. M.; PRATES JÚNIOR, P. Modelos de agricultura e (in)segurança alimentar e nutricional. *In*: MORAIS, D. C.; SPERANDIO, N.; PRIORE, S. E. (org.). **Atualizações e debates sobre segurança alimentar e nutricional**. 1ed.Viçosa: 2020. parte 1, 3.1. p. 145-167.

- FARHAT, H. *et al.* Evaluation of antimicrobial potential of endophytic fungi associated with healthy plants and characterization of compounds produced by endophytic *Cephalosporium* and *Fusarium solani*. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 18, p. 101043, 2019.
- FENG, X. M. *et al.* *Rhizopus oligosporus* and yeast co-cultivation during barley tempeh fermentation - Nutritional impact and real-time PCR quantification of fungal growth dynamics. **Food Microbiology**, v. 24, n. 4, p. 393-402, 2007.
- GIANINAZZI, S. *et al.* Agroecology: the key role of arbuscular mycorrhizas in ecosystem services. **Mycorrhiza**, v. 20, n. 8, p. 519-530, 2010.
- GOBBETTI, M. *et al.* Novel insights on the functional/nutritional features of the sourdough fermentation. **International Journal of Food Microbiology**, v. 302, n. 2, p. 103-113, 2019.
- GONÇALVES, J. L. M. *et al.* Cinética de adsorção de fósforo em solos de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 9, p. 107-111, 1985.
- GOULART, M. C. *et al.* Comparison of specific endophytic bacterial communities in different developmental stages of *Passiflora incarnata* using culture-dependent and culture-independent analysis. **Microbiology Open**, v. 8, n. 10, p. 1-16, 2019.
- HACKA, C. M. *et al.* Arbuscular mycorrhiza mediated effects on growth, mineral nutrition and biological nitrogen fixation of *Melilotus alba* Med. in a subtropical grassland soil. **Applied Soil Ecology**, v. 134, p. 38-44, 2019.
- HARRISON, M. J. Cellular programs for arbuscular mycorrhizal symbiosis. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 15, p. 691-698, 2012.
- HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasiliense*: inovação em rendimento a baixo custo**. Documentos Embrapa Soja, Londrina: Embrapa Soja, n. 325, p. 36, 2011.
- HUREK, T.; REINHOLD-HUREK, B. *Azoarcus* sp. strain BH72 as a model for nitrogen-fixing grass endophytes. **Journal of Biotechnology**, v. 106, p. 169-178, 2003.
- KATAOKA, S. Functional Effects of Japanese Style Fermented Soy Sauce (Shoyu) and Its Components. **Journal of Bioscience and Bioengineering**, v. 100, n. 3, p. 227-234, 2005.
- KIM, S. H. *et al.* Inhibitory effect of bacteriocin-producing *Lactobacillus brevis* DF01 and *Pediococcus acidilactici* K10 isolated from kimchi on enteropathogenic bacterial adhesion. **Food Bioscience**, v. 30, p. 100425, 2019.
- KOOK, S. Y. *et al.* Immunomodulatory effects of exopolysaccharides produced by *Bacillus licheniformis* and *Leuconostoc mesenteroides* isolated from Korean kimchi. **Journal of Functional Foods**, v. 54, p. 211-219, 2019.

LALLÈS, J. P. Dairy products and the French paradox: Could alkaline phosphatases play a role? **Medical Hypotheses**, v. 92, p. 7-11, 2016.

MALMUTHUGE, N. *et al.* The Gut Microbiome and Its Potential Role in the Development and Function of Newborn Calf Gastrointestinal Tract. **Frontiers in Veterinary**, v. 2, n. 36, p. 1-10, 2015.

MARAG, P. S.; SUMAN, A. Growth stage and tissue specific colonization of endophytic bacteria having plant growth promoting traits in hybrid and composite maize (*Zea mays* L.). **Microbiological Research**, v. 214, p. 101-113, 2018.

MARTINS *et al.* Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) growth promotion and biocontrol by rhizobacteria under *Rhizoctonia solani* suppressive and conducive soils. **Applied Soil Ecology**, v. 127, p. 129-135, 2018.

MENDES, G. O. L. *et al.* Optimization of *Aspergillus niger* rock phosphate solubilization in solid-state fermentation and use of the resulting product as a P fertilizer. **Microbial Biotechnology**, v. 8, n. 6, p. 930-939, 2015.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e Bioquímica do Solo**. 2. Ed. Lavras: UFLA, 2006.

OSHIRO, M. *et al.* Dense tracking of the dynamics of the microbial community and chemicals constituents in spontaneous wheat sourdough during two months of backslipping. **Journal of Bioscience and Bioengineering**, v. 128, n. 2, p. 170-176, 2019.

PETRINI, C. **Slow food: princípios da nova gastronomia**. São Paulo: Senac, 2009.

PETRINI, O. **Fungal Endophytes of Tree Leaves**. *In*: ANDREWS J. H.; HIRANO, S. S. (eds) Microbial Ecology of Leaves. Brock/Springer Series in Contemporary Bioscience. Springer, New York, NY, 1991.

PRADO, M. R. *et al.* Milk kefir: composition, microbial cultures, biological activities, and related products. **Frontiers in Microbiology**, v. 6, p. 1177, 2015.

PRATES JÚNIOR, P. *et al.* Agroecologia: fundamentos teóricos e epistemológicos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 11, n. 3, sep. 2016.

PRATES JÚNIOR, P. **Plant soil feedback e inoculação de fungos micorrízicos em mudas de vinhático e braúna**. 2018. 112 p. Tese (Doutorado em Microbiologia Agrícola) – Departamento de Microbiologia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2018.

PRATES JÚNIOR, P. *et al.* Agroecological coffee management increases arbuscular mycorrhizal fungi diversity. **PLoS ONE**, v. 14: e0209093, 2019.

PRATES JÚNIOR. *et al.* Associações micorrízicas: importância, tipos e características funcionais. *In:* PRATES JÚNIOR *et al.* (org.). **Micorrizas arbusculares: conceitos, metodologias e aplicações**. Viçosa: SBCS, 2021a, cap. 1, p. 20-32.

PRATES JÚNIOR. *et al.* Fungos micorrízicos arbusculares: manejo, inoculação de espécies agrícolas e florestais, e uso na restauração ambiental. *In:* PRATES JÚNIOR *et al.* (org.). **Micorrizas arbusculares: conceitos, metodologias e aplicações**. Viçosa: SBCS, 2021b, cap. 6, p. 95-115.

REN, C-G. *et al.* Enhanced phytoremediation of uranium-contaminated soils by arbuscular mycorrhiza and rhizobium. **Chemosphere**, v. 217, p. 773-779, 2019.

RILLIG, M. C. *et al.* Large contribution of arbuscular mycorrhizal fungi to soil carbon pools in tropical forest soils. **Plant Soil**, v. 233, p. 167-177, 2001.

SENDER, R. *et al.* Revised Estimates for the Number of Human and Bacteria Cells in the Body. **PLoS Biology**, v. 14, n. 8, p. 1-14, 2016.

SLOUP, V. *et al.* Zinc in the animal organism: a review. **Scientia Agriculturae Bohemica**, v. 48, n. 1, p. 13-21, 2017.

SMITH, S.; READ, D. J. **Mycorrhizal Symbiosis**. 3rd Edition, Academic Press, London, 2008.

TONG, Y. *et al.* Effects of single and mixed inoculation with two arbuscular mycorrhizal fungi in two different levels of phosphorus supply on b-carotene concentrations in sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) tubers. **Plant Soil**, v. 372, p. 361-374, 2013.

VANDENKOORNHUYSE, P. *et al.* The importance of the microbiome of the plant holobiont. **New Phytologist**, v. 206, n. 4, p. 1196-206, 2015.

VARSHA, K. K. *et al.* Control of spoilage fungi by protective lactic acid bacteria displaying probiotic properties. **Appl Biochem Biotechnol**, v. 172, n. 7, p. 3402-3413, 2014.

VILLARREAL-SOTO, S. A. *et al.* Understanding Kombucha Tea Fermentation: A Review. **Journal of Food Science**, v. 83, n. 3, p. 580-588, 2018.

WALL, D. *et al.* Soil biodiversity and human health. **Nature**, v. 528, p. 69-76, 2015.

WAGNER, M. R. *et al.* Host genotype and age shape the leaf and root microbiomes of a wild perennial plant. **Nature Communications**, v. 7, p. 12151, 2016.

WOO, M. *et al.* Kimchi methanol extracts attenuate hepatic steatosis induced by high cholesterol diet in low-density lipoprotein receptor knockout mice through inhibition of endoplasmic reticulum stress. **Journal of Functional Foods**, v. 32, p. 218-225, 2017.

YANG, Y. *et al.* The effects of arbuscular mycorrhizal fungi on glomalin-related soil protein distribution, aggregate stability and their relationships with soil properties at different soil depths in lead-zinc contaminated area. **PLoS One**, 12, p. 12:e0182264, 2017.

YANO, J. M. *et al.* Indigenous bacteria from the gut microbiota regulate host serotonin biosynthesis. **Cell**, v. 161, n. 2, p. 264-276, 2015.

YASUDA, H.; TSUTSUI, T. Infants and elderlies are susceptible to zinc deficiency. **Scientific Reports**, v. 6, p. 21850, 2016.

YOSHII, K. *et al.* Metabolism of Dietary and Microbial Vitamin B Family in the Regulation of Host Immunity. **Frontiers in Nutrition**, v. 6, p. 48, 2019.

ZHANG *et al.* Diversity and probiotic activities of endophytic bacteria associated with the coastal halophyte *Messerschmidia sibirica*. **Applied Soil Ecology**, v. 143, p. 35-44, 2019.

# CAPÍTULO 21

## MANEJO AGROECOLÓGICO DE PRAGAS

Madelaine Venzon, Wânia dos Santos Neves, Elem Fialho Martins, Mayara Loss Franzin, Jéssica Mayara Coffler Botti, Álvaro Henrique Costa, Fernanda Pereira Andrade e Maira Christina Marques Fonseca

### Introdução

A produção agroecológica e orgânica de alimentos apresenta alguns desafios a serem enfrentados. Um desses está relacionado com o manejo de artrópodes que podem se tornar pragas, principalmente nas áreas em processo de transição e redesenho agroecológico. Para o sucesso no manejo de pragas nesses sistemas é necessário compreender e manipular interações ecológicas que garantam a manutenção dos artrópodes fitófagos em baixos níveis populacionais. Fundamental também é a incorporação das práticas ecológicas que aliem a experiência e os conhecimentos tradicionais dos agricultores e agricultoras, com normas nacionais e internacionais que regulamentam as produções agroecológicas.

O manejo agroecológico de pragas pode ser alcançado pela manipulação da biodiversidade em diferentes escalas utilizando-se estratégias variadas e integradas para prevenir a ocorrência de pragas (ZEHNDER *et al.*, 2007; VENZON *et al.*, 2019). Contudo, em algumas situações as estratégias preventivas podem não ser suficientes. Nesses casos, podem ser empregadas técnicas curativas como a liberação de inimigos naturais, o uso de extratos de plantas e caldas fitoprotetoras para conter possíveis surtos populacionais (AMARAL *et al.*, 2019; PALLINI, AJILA, PEREZ, 2019; FONSECA *et al.*, 2019). A seguir, serão apresentadas essas estratégias, que podem ser aplicadas em escalas que podem variar desde a área do talhão de cultivo até o redesenho da propriedade na paisagem agrícola.

### Controle cultural

Uma das primeiras etapas para o manejo agroecológico de pragas é o planejamento da época de plantio. É necessário conhecer em qual época do ano determinada cultura é mais suscetível ao ataque de pragas e plantá-la se, possível, na época em que os insetos considerados pragas-chave sejam menos abundantes em campo. Isso faz com que não ocorra uma sincronização do ciclo da cultura com o das pragas, de modo que o potencial de colonização da cultura pela praga seja menor e o seu aumento populacional seja então dificultado (SUJII, 2010).

Outro fator que pode ser manipulado para prevenir a ocorrência de pragas é o tipo de adubação utilizada. Os adubos orgânicos geralmente possuem baixa solubilidade e lenta liberação de nutrientes, se comparados aos fertilizantes minerais e/ou sintéticos, podendo contribuir para uma nutrição mais equilibrada e

constante da planta. Plantas com nutrição deficiente estão mais susceptíveis ao ataque de insetos fitófagos, porque ocorre uma redução na síntese de proteínas, aumento da disponibilidade de aminoácidos livres e redução de energia disponível para ser investida em defesas químicas (SUJII, 2010). Medeiros *et al.* (2009) observaram em campo e laboratório que a traça-do-tomateiro, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae), tende a evitar ovipositar em plantas de tomate cultivadas em sistema orgânico em comparação com as cultivadas em sistema convencional. Essas diferenças foram atribuídas aos tipos de adubo utilizados no sistema convencional (fertilizantes minerais e/ou sintéticos de alta solubilidade) e orgânico (adubação orgânica).

O tipo de irrigação também pode prevenir a colonização da cultura por insetos fitófagos. Para culturas que exigem um grande volume de água, como as hortaliças, essa estratégia pode ser especialmente importante. Em tomate, a irrigação por aspersão pode dificultar o estabelecimento de duas pragas-chave em momentos distintos da cultura. No estágio vegetativo, a irrigação por aspersão dificulta que adultos de mosca-branca *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) se estabeleçam em lavouras orgânicas com consequente redução nas taxas de oviposição (TOGNI, 2014). Já, durante a fase de florescimento da cultura, a irrigação por aspersão causa o desalojamento dos ovos da traça-do-tomateiro (MEDEIROS *et al.*, 2009).

### Controle biológico

O controle biológico de pragas é uma estratégia onde um organismo vivo é utilizado para suprimir a população de uma praga, tornando-a menos abundante ou menos danosa. Idealmente, não causa problemas ao ambiente, à água, ao solo, aos seres humanos e aos animais, e não deixa resíduos nos alimentos. Pode ser utilizado de forma conservativa ou aumentativa. Na primeira forma são fornecidas condições ambientais nos cultivos para que os inimigos naturais das pragas, que ocorrem naturalmente, aumentem em abundância e eficiência, como alimento alternativo, locais de abrigo e microclima favorável. Na segunda forma, o controle biológico aumentativo, os inimigos naturais são liberados em campo, de forma inundativa ou inoculativa. Os principais inimigos naturais das pragas agrícolas são macrorganismos - representados por insetos predadores e parasitoides, ácaros predadores e nematoides, e os microrganismos - como fungos, vírus, protozoários e bactérias.

Os artrópodes predadores e parasitoides são relevantes na regulação da população de herbívoros (BUENO, VAN LENTEREN, 2016). Os parasitoides são organismos que completam o seu desenvolvimento em apenas um hospedeiro, causando sua morte. Atuam como parasitas no estágio larval e tem vida livre na fase adulta (PARRA *et al.*, 2002). Predadores são organismos de vida livre que subjagam e consomem várias de suas presas para completarem seu ciclo de vida. Após o ataque do predador, a presa pode ser consumida imediatamente, quando for um predador mastigador, como joaninhas (Coleoptera) e vespas (Hymenoptera). No caso de predadores sugadores, tais como percevejos (Hemiptera), a presa é ingerida tão logo ocorra a liquefação de seus tecidos (TORRES, BASTOS, PRATISSOLI, 2009).

Em sua maioria, insetos predadores são generalistas ou onívoros, e poucos são especialistas. Espécies generalistas demonstram facilidade em se adaptar a agroecossistemas com diversidade de presas, favorecendo sua permanência no ambiente. Podem utilizar fontes de alimento de diferentes níveis tróficos para

complementar sua dieta. A joaninha *Cycloneda sanguinea* (Coleoptera: Coccinellidae), por exemplo, pode utilizar pólen/néctar de plantas espontâneas para complementar sua alimentação (AMARAL *et al.*, 2013). A utilização de alimentos derivados de plantas é largamente distribuída entre agentes de controle biológico, principalmente os predadores das ordens Diptera, Coleoptera, Hemiptera, Thysanoptera, Neuroptera e Acari (WÄCKERS, 2008). Já os parasitoides são, em sua maioria, especialistas, usando apenas uma espécie como hospedeiro. Porém, quando adulto, alimentam-se obrigatória ou facultativamente de néctar, o que favorece sua sobrevivência e reprodução. Assim, para a manutenção desses organismos benéficos nas áreas de cultivo, é importante a presença de plantas e habitats que forneçam tais recursos durante o período de cultivo (VENZON *et al.*, 2019).

As espécies de predadores mais exploradas no controle biológico de pragas são das ordens Coleoptera, Dermaptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Neuroptera e Thysanoptera (Tabela 1). Reconhecer as espécies predadoras é de extrema importância, pois assim é possível adotar práticas de conservação das mesmas nos agroecossistemas. É comum confundir percevejos pragas (herbívoros) com percevejos predadores. Porém, uma característica importante para diferenciá-los é o tamanho do estilete (aparelho bucal).

**Tabela 1.** Exemplos de predadores em diferentes ordens.

Ordem	Predador	Praga controlada
<b>Diptera</b>	<i>Eupeodes corollae</i> <i>Melanostoma fasciatum</i> <i>Porasilus barbiellinii</i>	Pulgões Pulgões Cigarrinha-das-pastagens
<b>Dermaptera</b>	<i>Doru luteipes</i> <i>Doru lineare</i> <i>Euborellia annulipes</i>	Ovos e lagartas Ovos e lagartas Larvas e ovos do moleque-da-bananeira, ninfas de cigarrinhas, lagartas e ovos de lepdópteros
<b>Coleoptera</b>	<i>Cycloneda sanguinea</i> <i>Eriopis connexa</i> <i>Coleomegilla maculata</i> <i>Hippodamia convergens</i> <i>Cryptolaemus montrouzieri</i>	Pulgões, tripes, ácaros Pulgões, tripes, ácaros, mosca-branca Pulgões, tripes, ácaros, mosca-branca Mosca-branca, pulgões Cochonilha
<b>Hemiptera</b>	<i>Orius</i> spp. <i>Podisus nigrispinus</i> <i>Anthocoris nemorum</i>	Tripes, ácaros Lagartas Ácaros e pequenos insetos
<b>Hymenoptera</b>	<i>Pheidole megacephala</i> <i>Solenopsis</i> spp. <i>Polistes versicolor</i>	Ovos e larvas de insetos no geral Lagartas e larvas de coleópteros Lagartas e larvas de insetos no geral
<b>Neuroptera</b>	<i>Mallada signata</i> <i>Chrysoperla carnea</i> <i>Micromus tasmaniae</i> <i>Ceraeochrysa cubana</i>	Pulgões Pulgões, tripes, ácaros Pulgões Pulgões, cochonilha
<b>Thysanoptera</b>	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Ovos de ácaros
<b>Acari</b>	<i>Neoseiulus californicus</i> <i>Phytoseiulus macropilis</i> <i>Stratiolaelaps scimitus</i>	Ácaro Ácaro Mosca-dos-fungos

Os predadores possuem aparelho bucal curto, quase nunca ultrapassa o segundo par de pernas. Já os fitófagos possuem aparelho bucal longo, ultrapassando o segundo par de pernas. Outro equívoco comum é entre joaninhas e crisomelídeos. A diferenciação entre esses pode ser dar pelas antenas, pois as joaninhas possuem antenas mais curtas, quase invisíveis a olho nu. Os crisomelídeos possuem antes mais longas e é possível vê-las a olho nu.

Os parasitoides mais estudados são das ordens Hymenoptera e Diptera (Tabela 2). Assim como predadores, é muito importante reconhecê-los no agroecossistema.

**Tabela 2.** Exemplos de parasitoides em diferentes ordens.

Ordem	Parasitoide	Praga controlada
<b>Diptera</b>	<i>Pseudacteon</i> spp.	Formigas
<b>Hymenoptera</b>	<i>Cotesia flavipes</i>	Broca-da-cana
	<i>Trichogramma galloi</i>	Broca-da-cana
	<i>Trichogramma pretiosum</i>	Lagartas
	<i>Trissolcus basalís</i>	Percevejo-da-soja
	<i>Telenomus podisi</i>	Percevejos

### Controle biológico conservativo

O controle biológico conservativo visa incrementar a sobrevivência e o desempenho de inimigos naturais através da modificação do ambiente com finalidade de reduzir a população de pragas das culturas cultivadas (EILENBERG, HAJEK, LOMER, 2001). A diversificação vegetal nos plantios pode diminuir a ocorrência de população de herbívoros, através do aumento da eficiência de inimigos naturais e a supressão dos danos às culturas (VENZON, SUJII, 2009). Plantas introduzidas também podem fornecer recursos, como pólen, néctar e refúgio, os quais podem favorecer a atração e manutenção de inimigos naturais nas lavouras (VENZON *et al.*, 2019). Contudo, as plantas utilizadas na diversificação ambiental, com finalidade de reduzir a população de pragas, devem fornecer recursos seletivamente aos inimigos naturais das pragas-alvo e não hospedar os mesmos herbívoros causadores de danos severos à cultura principal (VENZON *et al.*, 2015). Ou seja, deve-se levar em consideração que a diversificação seja funcional, em que as interações podem ser manipuladas para favorecer o controle de pragas (VENZON *et al.*, 2019).

Em sistemas agroflorestais (SAF), por exemplo, a incidência e os danos causados pelas pragas são reduzidos, por incrementar a população de inimigos naturais e dificultar a localização das culturas pelas pragas (PUMARIÑO *et al.*, 2015). O ingá (*Inga* spp.), por exemplo, é comumente encontrado em SAF de cultivo de café na Zona da Mata Mineira. Essa planta possui nectários extraflorais, que são estruturas que secretam néctar constantemente, atraindo inimigos naturais importantes para o controle das pragas do café (REZENDE *et al.*, 2014). Outro sucesso de uso de SAF no controle de pragas, é sua inserção próxima a plantios de hortaliças. Em épocas de entressafra das hortaliças, os

inimigos naturais se deslocam das áreas de plantio para os SAF, mantendo assim estes insetos na área mesmo durante o período de baixa disponibilidade de recursos. Após o novo plantio, os inimigos naturais se deslocam novamente para as áreas cultivadas, realizando o controle biológico de pragas nas hortaliças (HARTERREITEN-SOUZA *et al.*, 2014).

As plantas aromáticas também têm papel importante para atratividade de insetos benéficos. Elas liberam compostos voláteis espontaneamente, que podem atrair parasitoides e predadores capazes de controlar as pragas, e fornecer recursos, como refúgio e alimento alternativo para os insetos benéficos (BATISTA *et al.*, 2017). Um exemplo de planta aromática que pode influenciar positivamente atraindo inimigos naturais para outras culturas é o manjeriço (*Ocimum basilicum* - Lamiaceae) (BATISTA *et al.*, 2017). Ademais, o manjeriço também já foi estudado como repelente de pragas de solanáceas (BRITO, 2018). Nesta mesma categoria das aromáticas, porém com porte maior, mas que também atrai insetos benéficos, tem-se a erva-baleeira (*Varronia curassavica* - Boraginaceae). Esta planta é arbustiva, perene, nativa do Brasil e em suas folhas são encontrados tricomas que armazenam compostos envolvidos na defesa da planta, seja por atração de inimigos naturais, seja na repelência de herbívoros. Além disso, suas inflorescências atraem e fornecem pólen e néctar para uma grande diversidade de artrópodes predadores e polinizadores (MARTINS, 2017). Como a erva-baleeira não é domesticada, floresce sucessivamente, e esses recursos alimentares são garantidos ao longo de todo o ano para os insetos benéficos.

Outra categoria de plantas, que podem ser utilizadas para atração de inimigos naturais, são as plantas espontâneas. Estas podem ser mantidas em áreas não cultivadas próximas ao cultivo principal, seja em faixas nas bordaduras, ou até mesmo nas entrelinhas. As plantas espontâneas incrementam a diversidade e abundância de presas para importantes predadores, como os besouros carabídeos, e por consequência, aumentam a abundância destes besouros predadores em cultivos de pimenta-malagueta (PEREZ *et al.*, 2018). Esse fato deve-se não só ao aumento de alimento disponível como também aos locais de refúgio que as plantas espontâneas fornecem aos besouros predadores, aumentando a persistência destes dentro do agroecossistema. Outros estudos mostram que o pólen e o néctar presente nas flores das plantas espontâneas, atraem e mantêm insetos predadores. Como exemplos de plantas espontâneas que atraem predadores, tem-se o mentrasto (*Ageratum conizoides*) e o picão-preto (*Bidens pilosa*). Estas plantas fornecem recursos como pólen e néctar para joaninhas e crisopídeos, incrementando a dieta destes predadores, além de ajudar na manutenção dos mesmos na área de cultivo em momento de escassez de alimento (SALGADO DIAZ 2014; FONSECA *et al.*, 2017).

### **Controle biológico aumentativo**

No controle biológico aumentativo, os inimigos naturais são criados massalmente e liberados em grande quantidade em campo. As liberações podem ser denominadas inoculativa sazonal ou inundativa, dependendo da sua finalidade. Quando os inimigos naturais são liberados esperando que sua população se multiplique em campo e seja capaz de controlar a praga por algumas gerações, ela é denominada inoculativa sazonal. Quando a liberação desses inimigos naturais é realizada periodicamente visando a redução imediata da população da praga, ela é chamada inundativa. Nesse caso, os

inimigos naturais funcionam como “inseticidas biológicos” e não é esperado um efeito a médio ou longo prazo, sendo sua liberação necessária toda vez que houver um aumento populacional da praga (PARRA *et al.*, 2002).

### Predadores e Parasitoides

No Brasil destaca-se o uso do parasitoide *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) no controle da broca-da-cana *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) em cultivos de cana-de-açúcar (SENE PINTO, 2019). Este é um dos programas de controle biológico mais bem-sucedidos no mundo e utilizado em uma ampla área do território nacional (PARRA, 2014). Outro importante parasitoide utilizado no Brasil são espécies do gênero *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Trichogramma galloi* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), por exemplo, também se destina ao controle biológico da broca-da-cana *D. saccharalis*. Já *Trichogramma pretiosum*, é destinado ao controle de outros lepidópteros.

Com relação ao predadores, *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) é utilizado no controle de ácaros pragas, como o ácaro-rajado *Tetranychus urticae* (Tetranychidae), o ácaro-vermelho *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae), ácaro-branco *Polyphagotarsonemus latus* (Acari: Tarsonemidae) e o ácaro do enfezamento *Phytonemus pallidus* (Acari: Tarsonemidae) (EASTERBROOK, FITZGERALD, SOLOMON, 2001; GARCÍA-MARÍ, ENRIQUE GONZÁLEZ-ZAMORA, 1999). Outro importante predador utilizado no controle do ácaro-rajado é o *Phytoseiulus macropilis* (Acari: Phytoseiidae) (OLIVEIRA *et al.*, 2007, 2009). Além destes, outra espécie comercializada no país é o ácaro predador *Stratiolaelaps scimitus* (Acari: Laelapidae) para o controle do fungos e outras pragas de solo (CABRERA; CLOYD; ZABORSKI, 2005).

No que diz respeito ao mercado de agentes biológicos de controle (ABCs) no Brasil, o parasitoide *C. flavipes*, utilizado no controle da broca-da-cana de açúcar, representa o maior mercado, com 27 produtos registrados atualmente (TOGNI *et al.*, 2019). Porém, *T. galloi* também pode ser utilizado em conjunto com as liberações massais de *C. flavipes*, o que pode aumentar em até 3,7 vezes a eficiência do controle de *D. saccharalis*, quando comparado a liberações de apenas *C. flavipes*. Já *T. pretiosum*, possui sete produtos registrados para o controle de ovos de diversas espécies de lepidópteros, como a broca-do-tomateiro *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae), e para lagarta-do-cartucho do milho, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). No caso da soja, existe um produto registrado à base do parasitoide *Trissolcus basalus* (Hymenoptera: Platygasteridae). Esta espécie consegue parasitar ovos de percevejos da família Pentatomidae, que causam injúrias na soja (CORRÊA-FERREIRA, MOSCARDI, 1996). Já com relação ao mercado de predadores no Brasil, existem atualmente dez produtos registrados, sendo que os ácaros da família Phytoseiidae são os mais representativos dentre os ABCs registrados (TOGNI *et al.*, 2019). Dentre os Phytoseiidae, tem-se o *P. macropilis*, que é comercializado para o controle do ácaro rajado *T. urticae*. Já *N. californicus* tem hábito generalista, com ampla distribuição mundial, utilizado desde 1985 como agente de controle biológico de ácaros na América do Norte e Europa (VAN LENTEREN, 2012). Outro importante ácaro predador é o *Stratiolaelaps scimitus* (Acari: Laelapidae), o qual é uma das poucas alternativas de manejo sustentável disponíveis para o controle da mosca *Bradysia matogrossensis* (Diptera: Sciaridae), em cultivos protegidos de cogumelos (CASTILHO *et al.*, 2009).

No que diz respeito aos insetos predadores, os únicos com produtos registrados são o percevejo *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) e a joaninha *Cryptolaemus montrouzieri* (Coleoptera: Coccinellidae) (TOGNI *et al.*, 2019). Vale ressaltar que, *O. insidiosus* é nativo das Américas e preda insetos de corpo mole, incluindo tripes em diversos cultivos agrícolas e ornamentais (VAN LENTEREN, 2012).

## Nematoides

Os nematoides, conhecidos popularmente como “vermes”, são organismos que causam doenças em humanos, plantas (fitonematoides ou nematoides fitopatogênicos) e insetos (nematoides entomopatogênicos). Os nematoides mais estudados e considerados os mais eficientes no controle de pragas são pertencentes às famílias Mermithidae, Neotylenchidae, Steinernematidae e Heterorhabditidae (FUGA, FERNADES, LOPES, 2012). Com exceção da Família Neotylenchidae, que possuem estilete, os demais nematoides que causam doença em insetos têm uma diferença característica daqueles que causam doenças em plantas, que é a ausência do estilete, órgão que faz parte do aparelho bucal de todos os fitonematoides (YU *et al.*, 2017). Como agentes de controle biológico de pragas, os nematoides atuam de três formas diferentes: como meio de transporte de bactérias; como parasitas obrigatórios ou como parasita facultativo. Na tabela 3 estão listados alguns exemplos de sucesso de nematoides no controle de pragas em trabalhos realizados em diferentes instituições de pesquisa no Brasil.

**Tabela 3.** Exemplos de pragas controladas por nematoides entomopatogênicos em trabalhos realizados em instituições de pesquisa no Brasil.

Nematoide	Pragas agrícolas
<i>Deladenus siricidicola</i>	Vespa da madeira ( <i>Sirex noctilio</i> )
<i>Heterorhabditis</i> spp. <i>Steinernema</i> spp.	Gorgulho da cana-de-açúcar ( <i>Sphenophorus levis</i> )
	Broca do rizoma da cana-de-açúcar ( <i>Migdolus fryanus</i> )
	Traça da banana ( <i>Opogona sacchari</i> )
	Percevejo castanho ( <i>Scaptocoris castanea</i> )
	Mosca do mediterrâneo ( <i>Ceratitis capitata</i> )
	Lagarta rosca ( <i>Agrotis ipsilon</i> )
	Cochonilha da raiz do cafeeiro ( <i>Dysmicoccus texensis</i> )
<i>Steinernema feltiae</i> <i>Steinernema scapterisci</i>	Percevejo castanho ( <i>S. castanea</i> )
	Percevejo castanho ( <i>Scaptocoris castanea</i> )
<i>Heterorhabditis baujardi</i>	Gorgulho da goiaba ( <i>Conotrachelus psidii</i> )

Fonte: Adaptado de Leite (2006).

## Fungos, bactérias e vírus

Conhecidos como entomopatógenos, os fungos, bactérias e vírus são capazes de causar doenças em pragas e vem se destacando como agentes potenciais de controle biológico, sendo possível encontrar um número cada vez maior de produtos, à base desses microrganismos no mercado. Para que o microrganismo seja considerado um bom agente de controle para inclusão no manejo de pragas, deve possuir características tais como ser seletivo ao organismo alvo de controle, ser de fácil produção e multiplicação *in vitro*, ser inócuo ao ambiente, a outros organismos não alvos e aos seres humanos.

Vírus pertencentes ao grupo dos baculovírus são eficientes em controlar, por exemplo, lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*, na cultura do milho e lagarta-da-soja *Anticarsia gemmatilis* (SAVIO, PINOTTI 2008; VALICENTE, TUELHER, 2009). No que se refere ao uso de bactérias, a mais utilizada é *Bacillus thuringiensis*, com uma ampla gama de produtos comerciais a partir de isolados selecionados dessa bactéria disponível no mercado (NAVON, 2000). Produtos à base de *B. thuringiensis* já foram relatados como altamente eficiente para controle de diferentes espécies de lepidópteros, principalmente no estágio larval. Morandi Filho *et al.* (2007) observaram 91 % de mortalidade de lagartas de *Argyrotaenia sphaleropa* expostas ao produto. Essas lagartas se alimentam de brotações, folhas, flores e frutos de diversas plantas, causando grandes prejuízos em fruteiras como a macieira e videira. O uso de produtos biológicos é uma medida de controle alternativo eficiente que leva em consideração a segurança alimentar, já que são frutas consumidas, na maioria das vezes, *in natura* e com casca.

Produtos à base de *B. thuringiensis* estão registrados no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) e a consulta sobre informações como indicação de uso, dosagem, forma de aplicação podem ser obtidas no site do MAPA no Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários – AGROFIT (BRASIL, 2019). São indicados para o controle de pragas importantes como a lagarta-da-soja (*A. gemmatilis*), a broca-das-cucurbitáceas (*Diaphania nitidalis*), traça-das-crucíferas (*Plutella xylostella*), broca-da-cana (*Diatraea saccharalis*), lagarta-falsa-medideira (*Chrysodeixis includens*), lagarta-do-algodão (*Helicoverpa armigera*) e traça-do tomateiro (*T. absoluta*). Alguns dos desafios para a pesquisa são a descoberta de novos isolados que produzam toxinas mais eficientes e com maior espectro de ação, inovações nas formulações para o mercado e melhoria da tecnologia de aplicação dos produtos.

Existem muitas espécies de fungos com potencial para o controle de uma grande gama de insetos e ácaros e para serem utilizados em formulações de produtos comerciais. Esses fungos são capazes de penetrar a cutícula do inseto, e ao alcançarem a hemocele começam a utilizar os nutrientes necessários para seu crescimento e a produzir toxinas eficientes no controle de pragas. A umidade relativa e a temperatura ambiente são fatores muito importantes tanto para o armazenamento quanto para a esporulação externa ao corpo do inseto. A alta umidade relativa aliada a outros fatores como temperatura, luminosidade e formulação, podem afetar a longevidade do propágulo e, de maneira geral, a germinação e formação de conídios dependem de umidade relativa elevada. No Brasil existem diferentes fungos entomopatogênicos que são inimigos naturais de pragas agrícolas. Na região nordeste, o fungo *Neozygites tanajoae* é um importante inimigo natural do ácaro verde *Mononychellus tanajoa* em cultivos de mandioca. Outra espécie deste fungo, *N. floridana*, é responsável por

controlar o ácaro vermelho (*Tetranychus evansi*) em tomateiro, principalmente em ambiente protegido (DUARTE *et al.*, 2009). O fungo *Beauveria bassiana* é um dos fungos mais estudados e conhecidos para o controle de artrópodes, sendo ingrediente biológico ativo autorizado para diversos alvos, tais como: mosca-branca (*B. tabaci*), moleque-dabananeira (*Cosmopolites sordidus*), broca-do-café (*Hypothenemus hampei*), psilídeo (*Diaphorina citri*), cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*), ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*), dentre outros.

O fungo *Metarhizium anisopliae* e as diferentes estirpes isoladas são capazes de controlar diferentes insetos e em diferentes fases do ciclo de vida. O psilídeo *Bactericera cockerelli*, uma das principais pragas de batata e tomate na América tem suas ninfas e adultos controlados com os fungos *M. anisopliae* e *Isaria fumosorosea*. Os fungos *M. anisopliae* e *B. bassiana* têm efeito letal sobre ovos do ácaro-vermelho *Tetranychus cinnabarinus* (LACEY *et al.*, 2011; CARRILLO, ZHEN, BURCKHARDT, 2019). O fungo *M. acridum* tem sido utilizado com bastante sucesso no controle de gafanhotos na Austrália, África e Madagascar. No Brasil, o controle biológico com este fungo começou na década de 1990 no estado do Mato Grosso e tem voltado a se destacar nos últimos anos devido aos recentes surtos de gafanhotos e esperanças que vêm causando prejuízos econômicos a diversos agricultores das regiões Nordeste e Sudeste do país.

### Extratos botânicos e caldas fitoprotetoras

A enorme diversidade da flora brasileira possibilita um vasto e contínuo campo de pesquisa. Pelos resultados obtidos nessas pesquisas, já existem produtos derivados de plantas registrados no MAPA visando o manejo de pragas em sistemas agroecológicos. O nim (*Azadirachta indica*) é uma das plantas mais pesquisadas para o controle de pragas. Cerca de 400 espécies de insetos e ácaros são sensíveis a diferentes concentrações e formulações de produtos à base de nim (SINGH *et al.*, 2008). A azadiractina, além de outros componentes bioativos extraídos do nim são os responsáveis pelo controle de pragas. Apresenta vantagens tais como ser biodegradável; não criar resistência de populações de insetos, em razão da mistura de compostos bioativos; baixa toxicidade a mamíferos; ausência de resíduos tóxicos nos alimentos e disponibilidade de matéria prima, uma vez que o nim é uma planta de fácil cultivo, resistente à seca e sua madeira possui valor comercial (SINGH *et al.*, 2008). Entretanto, o uso do nim deve seguir recomendações técnicas, levando-se em consideração a eficiência, seletividade aos inimigos naturais e a toxidez que pode causar à planta.

A rotenona é outro composto que possui ação inseticida comprovada e é encontrado nas raízes de diversas leguminosas tropicais. No Brasil, tradicionalmente são utilizadas plantas da família Fabaceae, conhecidas como timbó, que pertencem ao gênero *Derris*, com destaque para *D. urucu* e *D. amazonica* (ISMAN, 2005). A rotenona, causa efeito tóxico nos insetos, afetando sua alimentação e causando morte em poucas horas após a exposição. Devido a essa característica, a rotenona é considerada um inseticida botânico de amplo espectro de hospedeiros. Extratos de folhas de *D. amazonica* aplicados topicamente podem causar 85 % de mortalidade em adultos da vaquinha *Ceratomyia arcuatus* (ALAÉCIO *et al.*, 2010). O extrato bruto também foi eficiente no controle populacional da vaquinha *Diabrotica speciosa* em feijoeiro 168h após a aplicação (LUTINSKI, MIGLIORINI, GARCIA, 2010). O produto Rotenat® pode ser utilizado no controle de pragas de grãos armazenados, como do caruncho-do-feijão

(*Callosobruchus maculatus*), causando mortalidade de até 85,5 % de suas populações iniciais (AZEVEDO *et al.*, 2007). É importante ressaltar que a eficiência da rotenona pode variar em função da espécie vegetal utilizada, parte da planta utilizada e seu método de extração. No entanto, apesar de apresentar alta eficiência no controle de alguns insetos, a rotenona é rapidamente degradada pela luz solar, degradando-se num período de 1 a 3 dias e, por esse fato, as aplicações de produtos à base deste composto em condições de campo podem apresentar menor eficiência (AZEVEDO *et al.*, 2013). Apesar da eficiência comprovada no controle de pragas, os Estados Unidos e países membros da União Europeia apresentam diversas restrições do seu uso, principalmente com relação à deriva do produto em corpos d'água, por apresentar efeitos deletérios em populações de peixes e invertebrados aquáticos (FAO, 2009).

O piretro é outro composto de uso antigo na agricultura e com baixa toxicidade à mamíferos. As piretrinas são os princípios ativos, presentes em sementes e flores de *Chrysanthemum cinerariaefolium* que exercem ação inseticida (KUMAR, SINGH, BHAKUNI, 2005). Possui efeito residual curto e degrada-se rapidamente quando exposto à luz e ao ar, por este motivo é utilizado principalmente em ambientes fechados. Existem mais de 27 alvos biológicos identificados. Pode ser utilizado no controle de pragas de grãos armazenados e insetos sugadores como pulgões e moscas-brancas. Apesar de eficientes, em razão do modo de ação e amplo espectro do piretro, os produtos caseiros e comerciais podem causar impactos negativos, por serem considerado tóxicos a invertebrados aquáticos, peixes e outros organismos aquáticos (O'BRIEN *et al.*, 2013). No entanto, a rápida degradação natural do produto, quando exposto ao sol, pode reduzir esses riscos em condições de aplicação em campo (AGUIAR-MENEZES, 2005).

Além do controle de pragas, o uso de caldas fitoprotetoras é recomendado por incrementar a qualidade nutricional das plantas. A calda sulfocálcica é obtida pelo tratamento térmico do enxofre e cal e tem sido utilizada no controle do ácaro-vermelho e do bicho-mineiro do café; do ácaro-branco em pimenta; dentre outros. A eficiência da calda sulfocálcica está diretamente relacionada com a praga-alvo, sendo necessária a utilização de concentrações específicas para cada uma, visto que altas concentrações (acima de 1,5 % geralmente) pode causar impacto negativo em organismos benéficos e causar fitotoxicidade (VENZON *et al.*, 2011).

As caldas Bordalesa e Viçosa, consistem na mistura de sulfato de cobre e óxido de cálcio, sendo que na calda Viçosa adiciona-se ainda micronutrientes. Essas caldas são utilizadas, principalmente, no manejo de doenças e como adubo foliar, porém em algumas culturas são utilizadas também para o manejo de pragas. Devido à sua utilização como adubo foliar essas caldas podem aumentar a resistência das plantas ao ataque das pragas através do fornecimento de nutrientes. Em concentrações selecionadas essas caldas não causam efeito negativo sobre algumas espécies de ácaros predadores encontrados em hortaliças, por isso seu uso pode ser integrado no manejo agroecológico de pragas (VENZON *et al.*, 2010).

### **Considerações finais**

O manejo agroecológico de pragas deve ser realizado prioritariamente a partir de estratégias preventivas. É necessário identificar quais as principais pragas e interações presentes no agroecossistema que podem ser favorecidas pelo uso de estratégias de manejo ambiental. Essas estratégias podem ser adotadas localmente, apenas na área de

cultivo, ou em diferentes escalas podendo estender-se além dos limites da propriedade. Caso ocorra surtos populacionais de pragas, as estratégias complementares de manejo podem ser utilizadas. Apesar dos recentes avanços e do rápido crescimento da agricultura orgânica no Brasil, as pesquisas precisam evoluir no sentido de compreender melhor os mecanismos pelos quais a biodiversidade e as práticas culturais afetam as populações de pragas e os inimigos naturais. É necessário estabelecer estratégias de ação fundamentadas no diálogo entre pesquisadores, agricultores e agricultoras, extensionistas e legisladores. Isso pode ser alcançado por espaços que promovam a troca de saberes e experiências entre todos os agentes envolvidos na cadeia produtiva. Projetos interinstitucionais de ensino, extensão e pesquisa conduzidos de forma participativa com os agricultores também contribuem para o processo de construção e direcionamento de estratégias de manejo agroecológico de pragas e sua aplicação à realidade local de cada agricultor.

### Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo financiamento das pesquisas e concessão de bolsas aos autores. Aos agricultores e às agricultoras que participaram das pesquisas mencionadas neste artigo, pelo apoio e contribuição.

### Referências

AGUIAR-MENEZES, E. L. **Inseticidas botânicos**: seus princípios ativos, modos de ação e uso agrícola. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005. (Documentos Embrapa N° 205).

ALAÉCIO, M. R. *et al.* Ação inseticida do extrato de *Derris amazonica* Killip para *Cerotoma arcuatus* Olivier (Coleoptera: Chrysomelidae). **Acta Amazonica**, v. 40, p. 719-728, 2010.

AMARAL, D. S. S. L. *et al.* Biofábrica de insetos predadores. **Informe Agropecuário**, v. 40, n. 305, p. 48-56, 2019.

AMARAL, D. S. S. L. *et al.* Non-crop vegetation associated with chili pepper agroecosystems promote the abundance and survival of aphid predators. **Biological Control**, v. 64, n. 3, p. 338-346, 2013.

AZEVEDO, F. R. *et al.* A. Eficiência de produtos naturais no controle de *Callosobruchus maculatus* (Fab.) em feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) armazenado. **Revista Ciência Agronômica**, v. 38, n. 2, p. 182-187, 2007.

AZEVEDO, F. R. *et al.* Inseticidas vegetais no controle de *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) em pomar de goiaba. **Holos**, v. 4, p. 77-86, 2013.

BATISTA, M. C. *et al.* Basil (*Ocimum basilicum* L.) attracts and benefits the green lacewing *Ceraeochrysa cubana* Hagen. **Biological Control**, v. 110, p. 98-106, 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Brasília, 2019. Disponível em: [http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). Acesso em: 23 setembro 2019.

BRITO, E. A. S. **Consórcio de plantas aromáticas com pimenta-malagueta (*Capsicum frutescens*) como estratégia de manejo de pragas**. 2018. 25 f. Dissertação (Mestrado em Defesa Sanitária Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2018.

BUENO, V. H. P.; LENTEREN, J. C. V. Predadores no Controle Biológico de Pragas: Sucessos e Desafios. *In*: HALFELD-VIEIRA, B. A. *et al.* **Defensivos Agrícolas Naturais: Uso e Perspectivas**. Embrapa Meio Ambiente, 2016.

CABRERA, A. R.; CLOYD, R. A.; ZABORSKI, E. R. Development and reproduction of *Stratiolaelaps scimitus* (Acari: Laelapidae) with fungus gnat larvae (Diptera: Sciaridae), potworms (Oligochaeta: Enchytraeidae) or *Sancassania* aff. *sphaerogaster* (Acari: Acaridae) as the sole food source. **Experimental & Applied Acarology**, v. 36, n. 1, p. 71-81, 2005.

CARRILLO, C. C.; ZHEN, F.; BURCKHARDT, D. First record of the tomato potato psyllid *Bactericera cockerelli* from South America. **Bulletin of Insectology**, v. 72, n. 1, p. 85-91, 2019.

CASTILHO, R. C. *et al.* The predatory mite *Stratiolaelaps scimitus* as a control agent of the fungus gnat *Bradysia matogrossensis* in commercial production of the mushroom *Agaricus bisporus*. **International Journal of Pest Management**, v. 55, n. 3, p. 181-185, 2009.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. Biological control of soybean stinkbugs by inoculative releases of *Trissolcus basalisi*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 79, n. 1, p. 1-7, 1996.

DUARTE, V. *et al.* Impact of natural epizooties of the fungal pathogen *Neozygites floridana* (Zygomycetes: Entomophthorales) on population dynamics of *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae) in tomato and nightshade. **Biological Control**, v. 51, p. 81-90, 2009.

EASTERBROOK, M. A.; FITZGERALD, J. D.; SOLOMON, M. G. Biological control of strawberry tarsonemid mite *Phytonemus pallidus* and two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* on strawberry in the UK using species of *Neoseiulus* (*Amblyseius*) (Acari: Phytoseiidae). **Experimental and Applied Acarology**, v. 25, n. 1, p. 25-36, 2001.

EILENBERG, J.; HAJEK, A.; LOMER C. Suggestions for unifying the terminology in biological control. **BioControl**, v. 46, n. 4, p. 387-400, 2001.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA - FAO. **Guidelines for the production, processing, labelling and marketing of organically produced foods**: Annex 2: deletion of rotenone (CL 2008/27-fl). Joint FAO/WHO food standards programme, 2009.

FONSECA, M. C. M. *et al.* Produtos derivados de plantas para o controle de pragas e doenças. **Informe Agropecuário**, v. 40, n. 305, p. 30-38, 2019.

FONSECA, M. M. *et al.* Non-crop plant to attract and conserve an aphid predator (Coleoptera: Coccinellidae) in tomato. **Biological Control**, v. 115, p. 129-134, 2017.

FUGA, C. A. G.; FERNANDES, R. H.; LOPES, E. A. Nematoides entomopatogênicos. **Revista Tropic: Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 6, n. 3, p. 56-75, 2012.

GARCÍA-MARÍ, F.; GONZÁLEZ-ZAMORA, J. E. Biological control of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) with naturally occurring predators in strawberry plantings in Valencia, Spain. **Experimental and Applied Acarology**, v. 23, n. 6, p. 487-495, 1999.

HARTERREITEN-SOUZA, E. S. *et al.* The role of integrating agroforestry and vegetable planting in structuring communities of herbivorous insects and their natural enemies in the neotropical region. **Agroforest Systems**, v. 88, n. 2, p. 205-219, 2014.

ISMAN, M. B. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture in an increasingly regulated world. **Annual Review of Entomology**, v. 51, p. 45-66, 2005.

KUMAR, A.; SINGH, S. P.; BHAKUNI, R. S. Secondary metabolites of *Chrysanthemum* genus and their biological activities. **Current Science**, v. 89, n. 9, p. 1489-1501, 2005.

LACEY, L. A. *et al.* Entomopathogenic fungi (Hypocreales) for control of potato psyllid, *Bactericera cockerelli* (Sule) (Hemiptera: Triozidae) in an area endemic for zebra chip disease of potato. **Biological Control**, v. 56, p. 271-278, 2011.

LUTINSKI, J.A.; MIGLIORINI, P.; GARCIA, F.R.M. Eficiência de extratos vegetais no controle de *Diabrotica speciosa* (German) (Coleoptera: Chrysomelidae) em laboratório. **Biotemas**, v. 23, n. 1, p. 83-89, 2010.

MARTINS, E. F. **Interações ecológicas da erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.) e seus artrópodes visitantes**. 2017. 48 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2017.

MEDEIROS, M. A. *et al.* Padrão de oviposição e tabela de vida da traça-do-tomateiro *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera, Gelechiidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53, p. 452-456, 2009.

MORANDI FILHO W. J. *et al.* Efeito de *Bacillus thuringiensis* e inseticidas químicos no controle de *Argyrotaenia sphaleropa* (Meyrick, 1909) (Lepidoptera: Tortricidae) em Videira. **Arquivos Instituto Biologia**, v. 74, p. 129-134, 2007.

NAVON, A. *Bacillus thuringiensis* insecticides in crop protection: reality and prospects. **Crop Protection**, v. 19, p. 669-676, 2000.

O'BRIEN, D. *et al.* Impact of a natural pyrethrin biocide on two amphibians, common toad *Bufo bufo* and palmate newt *Lissotriton helveticus*, in Highland, UK. **Conservation Evidence**, v. 10, p. 70-72, 2013.

OLIVEIRA, H. *et al.* Evaluation of the predatory mite *Phytoseiulus macropilis* (Acari: Phytoseiidae) as a biological control agent of the two-spotted spider mite on strawberry plants under greenhouse conditions. **Experimental and Applied Acarology**, v. 47, n. 4, p. 275-283, 2009.

OLIVEIRA, H. *et al.* A phytoseiid predator from the tropics as potential biological control agent for the spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). **Biological Control**, v. 42, n. 2, p. 105-109, 2007.

PALLINI, A.; AJILA, H. E. V.; PEREZ, A. P. Biofábrica de ácaros predadores. **Informe Agropecuário**, v. 40, n. 305, p. 39-47, 2019.

PARRA, J. R. P. Biological control in Brazil: an overview. **Scientia Agricola**, v. 71, n. 5, p. 420-429, 2014.

PARRA, J. R. P. *et al.* **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002.

PEREZ, A. L. *et al.* Plantas espontâneas incrementam a população de besouros predadores de solo em cultivos de pimenta-malagueta. **Cadernos de Agroecologia**, Anais do VI Congresso Latino-Americano de Agroecologia; X Congresso Brasileiro de Agroecologia e V Seminário de Agroecologia do Distrito Federal e Entorno. v. 13, n. 1, 2018.

PUMARIÑO, L. *et al.* Effects of agroforestry on pest, disease and weed control: A meta-analysis. **Basic and Applied Ecology**, v. 16, n. 7, p. 573-582, 2015.

REZENDE, M. Q. *et al.* Extrafloral nectaries of associated trees can enhance natural pest control. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 188, p. 198-203, 2014.

SALGADO DIAZ, N. S. **Plantas espontâneas favorecem crisopídeos em plantio de pimenta malagueta**. 2014. 59 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014.

SAVIO, G. M.; PINOTTI, E. B. Controle Biológico da lagarta-da-soja (*Anticarsia gemmatilis*) por *Baculovirus anticarsia*. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, n. 13, 2008.

SENE PINTO, A. Sucesso do controle biológico de pragas da cana-de-açúcar. **Informe Agropecuário**, v. 40, n. 305, p. 57-65, 2019.

- SINGH, K. K. *et al.* **Neem, a treatise**. New Delhi: International Publishing House, 2008.
- SUJII, E. R. Práticas culturais no manejo de pragas na agricultura orgânica. *In*: VENZON, M.; JÚNIOR, T. J. P.; PALLINI, A. **Controle alternativo de pragas e doenças na agricultura orgânica**. Edição. Viçosa, EPAMIG, p.143-168, 2010.
- TOGNI, P. H. B. **Habitat manipulation for conservation biological control in organic vegetable crops**. 2014. 90 f. Tese (Doutorado em Entomologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014.
- TOGNI, P. H. B. *et al.* Avanços e desafios no registro de agentes de controle biológico no Brasil. **Informe Agropecuário**, v. 40, n. 305, p. 13-20, 2019.
- TORRES, J. B.; BASTOS, C. S.; PRATISSOLI, D. Controle biológico de pragas com o uso de insetos predadores. **Informe Agropecuário**, p. 124, 2009.
- VALICENTE, F. H.; TUELHER, E. S. Controle Biológico da Lagarta do Cartucho, *Spodoptera frugiperda*, com Baculovírus. **Circular Técnica**. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Sete Lagoas, MG, 2009.
- VAN LENTEREN, J. C. The state of comercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. **BioControl**, v. 57, n. 1, p. 1-20, 2012.
- VENZON, M. *et al.* **Manejo de pragas na agricultura orgânica**. *In*: LIMA, P. C. *et al.* (org.). Tecnologias para produção orgânica. 1ed.Viçosa: EPAMIG URZM, 2011, p. 107-128.
- VENZON, M. *et al.* Insumos alternativos para o controle de pragas e doenças. **Informe Agropecuário**, v. 31, p. 77-83, 2010.
- VENZON, M. *et al.* Manejo agroecológico de pragas. **Informe Agropecuário**, v. 36, p. 24-34, 2015.
- VENZON, M. *et al.* Agrobiodiversidade como estratégia de manejo de pragas. **Informe Agropecuário**, v. 40, n. 305, p. 21- 29, 2019.
- VENZON, M.; SUJII, E. R. Controle biológico conservativo. **Informe Agropecuário**, n. 251, v.30; p. 16-123, 2009.
- WÄCKERS, F. L. **Food for thought: how to cater to the nutritional needs of biological control agents?** IOBC/wprs Bulletin, v. 32, p. 253-260, 2008.
- YU, Q. *et al.* *Deladenus posteroporus* n. sp. (Nematoda: Neotylenchidae) Isolated from Packaging Wood from Canada and White Pine (*Pinus monticola*) Lumber from the United States and Intercepted in Ningbo, China. **Journal of Nematology**, v. 49, n. 2, p. 168-176, 2017.
- ZEHNDER, G. *et al.* Arthropod pest management in organic crops. **Annual Review of Entomology**, v. 52, n. 305, p. 57-80, 2007.

# CAPÍTULO 22

## CARACTERIZAÇÃO DA AGRICULTURA MOÇAMBICANA

António da Piedade Melo, Márcio Daniel Siteo, Célia das Eiras Ludovina Dgedge  
Melo, Sérgio Feliciano Come e Benedito Armando Cunguara

### Introdução

Moçambique é um país localizado no sudeste do continente Africano. O país faz fronteira com Tanzânia a norte, Zâmbia e Malawi a noroeste, África do Sul e Zimbabwe a oeste, Suazilândia e África do Sul a sul. A leste, o país é banhado pelo Oceano Índico. Ocupa uma superfície de aproximadamente 800 mil km<sup>2</sup> e tem uma população de cerca de 29.000.000 de habitantes (INE, 2019). O país está dividido em 3 regiões nomeadamente, Norte, Centro e Sul e possui 11 províncias.

A agricultura constitui a base da economia, contudo, o setor industrial baseado na produção de alumínio, petróleo, gás natural, bebidas, alimentos e produtos químicos, está crescendo. O clima é tropical úmido com duas estações, a seca de maio a setembro e chuvosa de outubro a abril. A precipitação varia de 400 mm no Sul até 1400 mm no Norte. O período de maior pluviosidade ocorre de dezembro a janeiro, sendo janeiro o mês de maior pluviosidade em todo o país. As temperaturas médias são de 20 °C no Sul a 26 °C no Norte. As texturas dos solos variam de argilosos, franco-argilosos no Norte e Centro do país a arenosos pouco férteis e de baixo poder de retenção de água na região Sul (BOLFE *et al.*, 2011; MOÇAMBIQUE, 2010).

A considerável variabilidade do relevo, solos e clima fazem com que o país esteja dividido em 10 regiões agroclimáticas, com características naturais específicas e que as tornam particulares para o desenvolvimento de atividades agropecuárias, com maior potencial produtivo nas zonas agroclimáticas situadas nas regiões norte e centro do país.

A agricultura constitui a atividade econômica praticada por parte significativa da população, podendo alcançar mais de 75 % das pessoas (INE, 2019). Os sistemas predominantes são tradicionais, pouco tecnificados e baseados em extensificação. Com o fim da guerra civil em 1992, a população tem crescido de forma acentuada, sem a necessária resposta na produção de alimentos. Aliado a isso, a urbanização tem se originado de êxodos rurais, principalmente por razões econômicas, afetando a capacidade produtiva das explorações agrícolas no meio rural e criando pressão nas zonas urbanas. Este cenário não foi acompanhado por reformas que gerassem emprego nas cidades e mudanças estruturais na agricultura que permitissem aumentar a produção e produtividade.

O objetivo deste trabalho é caracterizar a agricultura moçambicana. Essa caracterização é fundamental considerando a relevância que a atividade desempenha na vida das pessoas e na economia do país.

## Importância econômica da agricultura em Moçambique

### *Agricultura familiar como fonte de renda, emprego e crescimento econômico*

O ramo agrário moçambicano é dominado por pequenas explorações<sup>1</sup> familiares sob regime de sequeiro, representando cerca de 99 % dos 4.0 milhões de pequenas, médias e grandes explorações agrícolas, com contribuição da agricultura familiar na produção de alimentos, em torno de 90 % (MASA, 2015). Estes indicativos fazem com que o setor agrário contribua com cerca de 24 % do PIB nacional, que apesar de fraca, é visível a contribuição deste setor na economia do país. No entanto, o fato da agricultura empregar 75 % da mão-de-obra e contribuir com apenas cerca de 25 % do PIB revela a baixa produtividade desta atividade.

A empregabilidade no setor agrário moçambicano nos últimos 30 anos tendeu a decrescer, embora em ritmo lento. Este decréscimo é causado, dentre outros fatores, pelo fato de se verificar uma rápida urbanização e crescimento econômico. À medida que a economia de um país cresce, espera-se uma redução na proporção da população que depende da agricultura, entretanto, esta redução não é proporcionalmente significativa para o caso de Moçambique. O PIB *per capita* no país em 2017 foi mais que o dobro registrado a 30 anos atrás, porém, a proporção de redução da população empregada na agricultura não foi significativa, ou seja, o ramo agrário continua sendo a base de fonte de renda da maioria dos moçambicanos.

Cerca de 70 % da população moçambicana vive nas zonas rurais e pratica agricultura como atividade principal (INE, 2019). O fato de a maior proporção da população estar empregado na agricultura (mais de 75 %) ser maior que a proporção da população vivendo nas zonas rurais, é indicativo de residentes das zonas urbanas são dependentes da agricultura para a sua sobrevivência. Porém, a produção e a produtividade estão entre as mais baixas da África Subsaariana (GPP, 2016). Visto que a maioria da população moçambicana reside nas zonas rurais e se dedica a atividade agrícola, o desenvolvimento agrário é fundamental para a melhoria da qualidade de vida da população, apresentando potencial para promover melhoria social e crescimento econômico. No entanto, este fato não se verifica no país, pois, apesar do maior potencial agrícola e a densidade populacional serem maiores nas regiões Centro e Norte, é no Sul do país que as maiores verbas destinadas a agricultura são aplicadas, o que pode ser explicado pela necessidade de mitigação dos impactos das secas e da baixa produtividade nesta região (CUNGUARA *et al.*, 2013).

De forma geral, a produção é dependente das chuvas e o uso de insumos melhorados é escasso em razão do custo elevado (Melo *et al.*, 2017). A produção requer muita mão-de-obra, visto que são raros os casos de uso de equipamentos agrícolas como semeadoras e colhedoras. Assim, verifica-se neste setor o envolvimento de vários grupos etários a trabalharem a terra e obter dela a renda para seus sustentos. Apesar das zonas rurais contribuir com a maior parte de alimentos produzidos no país, os indicadores de segurança alimentar são piores nas áreas rurais em relação às urbanas (ABBAS, 2017).

---

<sup>1</sup>Pequenas explorações – com menos de 10 ha

Médias explorações – entre 10 e 100 ha

Grandes explorações – com mais de 100 ha

O rendimento proveniente da produção de alimentos no setor familiar compõe a fatia de maior percentagem na renda das famílias rurais. Cerca de 80 % da renda das famílias rurais são provenientes da agricultura, mesmo em famílias com rendimentos *per capita* relativamente elevados (CUNGUARA *et al.*, 2013). As famílias com maiores rendimentos contratam mão-de-obra de outras famílias rurais. Estas famílias têm mais terras e cultivam áreas maiores, investindo em culturas de rendimento como a castanha de caju e algodão.

Dados do Banco Mundial (2017) mostram que mesmo com a tendência de os empregos formais continuarem a crescer a ritmos elevados, as atividades econômicas informais, incluindo a agricultura familiar, continuarão ser relevantes, principalmente para quem se encontra nos 40 % do limite inferior da distribuição de renda. Deste modo, as políticas de emprego devem concentrar-se na aceleração do crescimento dos trabalhos assalariados formais e no aumento das oportunidades de obtenção de renda para aqueles que se mantiverem no setor informal, como é o caso da atividade agrária familiar.

### *Principais produtos agropecuários em Moçambique*

Em Moçambique as principais culturas produzidas em pequenas e médias explorações são: milho, mandioca, arroz, mapira (sorgo), amendoim, feijão nhemba (caupi), feijão-comum, algodão e cana-de-açúcar. Dados do FAOSTAT (2018) indicam que no período entre 2007 e 2017, as principais culturas produzidas em termos de área explorada foram o milho, mandioca, feijão comum e amendoim, com uma média de cerca de 1.71, 1.05, 0.43 e 0.38 milhões de ha respetivamente (Tabela 1).

As explorações de milho, feijão, sorgo, arroz e cana-de-açúcar estão concentradas na região centro de Moçambique. As demais culturas: algodão, caupi, mandioca e amendoim têm suas explorações concentradas na região Norte. Este fato pode ser explicado pelas condições edafoclimáticas favoráveis das regiões Centro e Norte, com solos de boa fertilidade e precipitações médias anuais entre 800 a 1400 mm e bem distribuídas ao longo do ano, tornando-as nas mais adequadas para produção de diversas culturas.

Pode-se constatar na tabela 1, que as principais culturas produzidas no país coincidem as exceções do sorgo, amendoim e cana-de-açúcar com as definidas pelo PNISA<sup>2</sup> como prioritárias. O PNISA considera prioritárias à produção de culturas alimentares (milho, arroz, trigo, feijões, mandioca, batata-reno, batata-doce e tomate) e de rendimento (caju, algodão, soja, gergelim e tabaco). O PODA<sup>3</sup> por sua vez, além das culturas definidas como prioritárias no PNISA, considera também importante a revitalização de culturas como chá, citrinos, café, copra e sisal. Segundo PNISA e PODA estas são as culturas que serão contempladas por financiamento e assistência técnica.

---

<sup>2</sup> PNISA é o Plano Nacional de Investimentos no Setor Agrário

<sup>3</sup> PODA é o Plano Operacional para o Desenvolvimento Agrário, com base nas atividades do PNISA

**Tabela 1.** Proporção de área explorada por região para a produção das principais culturas alimentares e comerciais.

Principais culturas	Área total explorada em Moçambique (ha)	Percentagem de área produzida por região (%)		
		Norte	Centro	Sul
Milho	1.710.751,0	29	56	15
Mandioca	1.051.549,0	55	30	15
Feijão	435.553,0	33	67	0
Amendoim	386.205,0	48	28	24
Sorgo	385.835,0	44	53	3
Feijão caupi	321.332,0	42	34	24
Arroz	279.554,0	28	66	6
Algodão	139.886,0	78	22	0
Cana-de-açúcar	41.452,0	36	59	5

**Fonte:** Adaptado do FAOSTAT (2018).

Fica claro que a definição de culturas prioritárias levou em consideração aspetos culturais, sociais e económicos. Porém, a maioria das culturas de rendimento definidas como prioritárias são produzidas em parcerias público privadas envolvendo o governo e concessionárias. Nesta modalidade de produção, o governo cede terra as empresas, os agricultores são responsáveis pela produção e as empresas por prover insumos. Essa estruturação das cadeias de valor das culturas de rendimento, coloca o produtor em situação desfavorável, na medida que a empresa concessionária é o único exclusivo receptor da matéria prima, determinando o preço ao produtor, geralmente pouco compensador. Este é um gargalo na expansão das áreas em culturas de rendimento, pois o produtor não se sente estimulado a continuar na atividade.

Por outro lado, a produção de culturas alimentares está condicionada a existência de mão-de-obra familiar e as condições naturais em Moçambique, o que limita capacidade de trabalho, visto que o período do preparo da terra coincide com a escassez de alimentos e o pico de ocorrência de malária (CUNGUARA *et al.*, 2013), tornando a agricultura numa atividade considerada de alto risco ao investimento. Além disso, os investidores não disponibilizam muitos recursos para atividade, e quando o fazem é a taxas de juros elevadíssimas, desmotivadoras para o produtor. E como é sabido, a expansão das áreas de produção está fortemente atrelada ao acesso a crédito para aquisição de agroquímicos, sementes melhoradas e certificadas, mecanização, irrigação, conservação pós-colheita, dentre outros.

Na atividade pecuária, o país prioriza a criação de galinhas, caprinos, patos, bovinos, suínos, dentre outros. Da tabela 2, pode-se constatar que a produção de galinhas bem como a de caprinos está majoritariamente concentrada na região Centro. Já a produção de bovinos e suínos concentram-se nas regiões Centro e Sul, enquanto que, a produção de patos concentra-se na região Sul.

**Tabela 2.** Efetivo pecuário por espécie e proporção em diferentes regiões.

Espécie	Efetivo Total por espécie (nº de cabeças)	Porcentagem por região (%)		
		Norte	Centro	Sul
Galinhas	14.361.925,0	26	45	29
Caprinos	3.256.487,0	23	52	25
Patos	2.496.736,0	17	18	65
Bovinos	1.682.017,0	7	48	45
Suínos	1.588.325,0	27	38	35

**Fonte:** Adaptado do MASA (2015).

Embora no país se produza maioritariamente as 5 espécies animais mencionadas na tabela 2, PODA e PNISA consideram como prioritárias apenas as cadeias de produção de galinhas e bovinos, não levando em consideração o potencial para as outras espécies. E mesmo as ações desenvolvidas no fomento destas duas espécies, concentram-se na vacinação para o controle de doenças e no processamento dos produtos. Embora são realizados esforços para o controle da mosca tsé-tsé (*Glossina palpalis*) nas regiões Centro e Norte (CUNGUARA *et al.*, 2013) e para o treinamento de pessoal responsável pelo controle de qualidade dos produtos, estas ações falham na medida que não incluem a produção de forragem e ração de qualidade.

Cabe mencionar que Moçambique enfrenta um paradoxo entre a produção agropecuária e os níveis de desnutrição. As províncias da Zambézia com 9 % de desnutrição aguda, Sofala, Manica e Nampula com 7 % cada, Cabo Delgado e Tete ambas com 6 % são as que apresentam as taxas altas, enquanto que, as mais baixas registram-se nas províncias de Gaza com 1 %, Maputo Província e Maputo Cidade ambas com 2 % (INE, 2013). O anuário das estatísticas da agricultura menciona que em 2014, as províncias de Zambézia, Sofala, Manica, Nampula, Cabo Delgado e Tete foram responsáveis por cerca de 80 % de milho produzido pelas pequenas e médias explorações agrícolas em Moçambique (MASA, 2015). Portanto, é nas províncias com mais produção agrícola onde ocorrem as maiores taxas de desnutrição aguda.

### **Infraestrutura no meio rural, gestão de recursos hídricos e uso de tecnologias**

O país possui fraca infraestrutura nas estradas e nos locais de comercialização. A ligação entre as zonas de produção e comercialização é precária, o que não permite o escoamento dos excedentes da produção para os principais centros de consumo (CUNGUARA *et al.*, 2013). A falta de estradas afeta tanto o escoamento dos produtos agrícolas para mercados próximos, como a ligação entre as regiões Centro e Norte mais produtivas com a Sul com menos potencial produtivo. Assim, na região Sul, as trocas comerciais são majoritariamente feitas com países vizinhos, nomeadamente África do Sul e Suazilândia, enquanto que, os excedentes agrícolas das regiões mais produtivas do Centro e Norte são comercializados nos países que fazem fronteira, perdendo-se a possibilidade de se financiar e capitalizar a agricultura nas regiões com maior potencial e desequilibrando-se a balança de pagamentos (MOSCA, 2017).

Há necessidade de um planejamento entre os ministérios de forma a se priorizar e viabilizar as ligações rodoviárias Norte–Centro–Sul, além das ferroviárias para médio e longo prazos. O fato de o país ser banhado pelo oceano Índico cria condições para que se crie um sistema integrado de transporte de mercadorias. Explorando-se assim o transporte rodoviário, ferroviário dentro das regiões e o transporte marítimo para a ligação entre regiões, permitindo deste modo o escoamento de elevados volumes de produtos agrícolas. Este cenário estimularia a economia rural e nacional, e reduziria a dependência pela importação de alimentos.

Por outro lado, o cenário por detrás da localização das infraestruturas de irrigação precisa ser invertido, direcionando os investimentos para a criação de infraestruturas nas regiões mais produtivas do país de forma a maximizar a produção e produtividade. O retorno dos investimentos em sistemas de irrigação é maior quanto maiores forem as áreas irrigadas, o que mais uma vez, mostra a necessidade de planejamento e maior concentração destes investimentos nas regiões Centro e Norte. O potencial atual de irrigação está sendo explorado em cerca de 15 %, o que é muito baixo (BANCO MUNDIAL, 2007).

O uso de tecnologias em Moçambique é baixo. A aplicação de fertilizantes por exemplo é menos de  $5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  (GUANZIROLI, GUANZIROLI, 2015), muito abaixo da meta da Declaração de Malabo de  $50 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ . Os agricultores escolhem determinadas culturas em função do tamanho da área cultivada, do acesso aos créditos, preço de venda da safra anterior e do custo da semente certificada. Estudos mostram que o acesso ao crédito é essencial para que os agricultores adotem tecnologias (GUANZIROLI, GUANZIROLI, 2015). Em Moçambique, menos de 2 % tem acesso ao crédito. No entanto, na realidade do país, o custo de insumos é alto. Isso é causado pelo fato de o mercado agrário ser distorcido.

### **Pesquisa, extensão rural e financiamento agrário**

Os serviços de pesquisa agrária e de extensão rural são particularmente essenciais em Moçambique porque uma das causas apontadas para a baixa produção e produtividades agrárias no país é o baixo acesso dos agricultores a esses serviços (CUNGUARA *et al.*, 2013). De fato, Moçambique enfrenta enormes desafios tanto na pesquisa agrária bem como na extensão rural se comparado com outros países de África.

A formação científica começou relativamente tarde em Moçambique (COME *et al.*, 2018; SITO, 2014). De certa forma, esse cenário reflete-se na baixa qualidade e quantidade dos pesquisadores da área das ciências agrárias. Estima-se que em 2006, a relação “pesquisador agrário:habitantes” era de menos de 1 pesquisador para cerca de 50 mil habitantes (COUGHLIN, 2006). Enquanto isso, países como África de Sul e Egito tinham um pesquisador para 2500 habitantes. No entanto, há que assinalar que nos últimos dez anos, vários pesquisadores das ciências agrárias têm se beneficiado de bolsas de estudo em Programas de Pós-graduação tanto em Moçambique, quanto no exterior. Portanto, essa situação poderá implicar em melhoria da quantidade e qualidade desses profissionais.

A despesa pública alocada para a pesquisa agrária é extremamente reduzida. Em 2017, o país alocou apenas 0,25 % do PIB agrário para este setor, muito abaixo da meta de 1 % preconizada na declaração de Malabo para países africanos (WORLD BANK, 2019).

Sitoe (2014) assinala algumas melhorias na capacidade institucional da maior instituição da pesquisa agrária no país, o Instituto de Investigação Agrária de Moçambique (IIAM), ao apontar que de 2004 a 2008, o número de pesquisadores aumentou de 93 para 163, o que representa um incremento de cerca de 75 % em quatro anos. Entretanto, as instituições públicas precisam desenvolver estratégias de retenção desses quadros, pois, são altas as possibilidades de os mesmos não permanecerem no setor público. Segundo Cunguara *et al.* (2013) têm havido muita fuga de quadros das instituições públicas para as privadas e ONGs devido às precárias condições de trabalho existentes neste setor. No Departamento de Análise de Políticas (DAP) do Ministério da Agricultura e Segurança Alimentar (MASA), por exemplo, foi reduzido o número de técnicos de mais de 15 para 2 em 2007.

Ainda na área de recursos humanos, Sitoe (2014) aponta a quase ausência de pesquisadores da área das ciências sociais. Essa situação reduz a possibilidade de maior compreensão de questões socioeconômicas e culturais relacionadas com as tecnologias agrárias. Aliás, CAVANE *et al.* (2013) apontam a exclusão do agricultor na pesquisa como uma das grandes lacunas da pesquisa agrária moçambicana. Isso mostra que a pesquisa agrária moçambicana se preocupa apenas com as questões técnicas da produção, o que limita a compreensão de todo sistema produtivo.

A extensão rural moçambicana também enfrenta alguns desafios semelhantes aos da pesquisa agrária. A primeira questão a ser destacada é também a dos recursos humanos. De 2005 para 2015, houve aumento de extensionistas públicos de 770 para 1304, portanto, incremento de cerca de 70 % em 10 anos (Tabela 3). Esse aumento foi também acompanhado por aumento da cobertura de distritos. Em 1997, a extensão pública cobria apenas 49 distritos, e em 2015, 141 dos 150 distritos (GEMO, EICHER, TECLEMARIAM, 2005; MASA, 2015). No entanto, o número de extensionistas que Moçambique tinha em 2015 é inferior ao que o Quênia apresentava em 2005, cerca de 8000 (GEMO, EICHER, TECLEMARIAM, 2005). Mesmo com esses números que aparentemente mostram progresso, quatro questões merecem comentários.

Embora o número de extensionistas e a cobertura dos distritos assistidos tenham aumentado, houve uma redução drástica de número de famílias que tiveram acesso à extensão rural. Em 2005, por exemplo, quando a extensão pública tinha 770 extensionistas assistiu 13,5 % das famílias rurais moçambicanas, mas em 2015, quando haviam 1.304 extensionistas, o setor assistiu apenas 4,3 % do total das famílias moçambicanas (MASA, 2015). Portanto, em 10 anos houve redução de famílias assistidas em 9,2 %. Essa redução contradiz os desejos da política de extensão rural que preconizam a necessidade de aumentar o número de famílias com acesso a esses serviços<sup>4</sup>. Algumas das razões apontadas para esta situação incluem o fato de alguns extensionistas terem deixado o setor público quando foram transferidos para outros distritos e porque outros passaram a desempenhar atividades burocráticas, fato que reduziu o número de extensionistas em campo (GÊMO, CHILONDA, 2013).

---

<sup>4</sup> Dados primários do inquérito agrícola realizado pelo MASA em 2017, mas ainda não publicados indicam que cerca de 10 % dos agregados familiares atualmente possuem acesso a serviços de extensão rural.

**Tabela 3.** Variação do número de extensionistas do setor público por província em dez anos.

Província	Ano		Variação percentual (%)
	2005	2015	
<b>Maputo Cidade</b>	–	28	–
<b>Maputo Província</b>	46	86	87,0
<b>Gaza</b>	73	106	45,2
<b>Inhambane</b>	60	120	100,0
<b>Sofala</b>	100	114	14,0
<b>Manica</b>	83	105	26,5
<b>Tete</b>	53	70	32,1
<b>Zambézia</b>	63	197	212,7
<b>Nampula</b>	119	181	52,1
<b>Cabo Delgado</b>	94	148	57,4
<b>Niassa</b>	60	147	145,0
<b>Direção Nacional</b>	19	–	–
<b>Total</b>	770	1.304	69,4

**Fonte:** Adaptado de Gemo *et al.* (2005) e MASA (2015).

Em segundo lugar, olhando para a distribuição dos extensionistas por cada região (Sul, Centro e Norte do país) constata-se que nos dois períodos, as províncias das regiões Centro e Norte apresentaram maior parte dos extensionistas que no Sul. Tal fato é coerente com o potencial agrário dessas regiões. A região Sul, a que apresenta menor potencial agrícola detém menos de 30 % de extensionistas nos dois períodos em análise, sendo a restante percentagem ocupada pelas províncias do centro e norte. Outra leitura que pode ser feita à tabela 3 é a diferença da evolução do número de extensionistas por províncias. As províncias de Maputo, Inhambane, Zambézia, Nampula, Cabo Delgado e Niassa tiveram aumento do número de extensionistas em pelo menos metade entre 2005 e 2015. Destaque vai para a província de Zambézia cujo aumento foi superior a 200 %.

Do lado oposto, encontram-se as províncias de Sofala, Manica e Tete que tiveram aumento de menos de um terço. Em forma de síntese, o quadro evidencia que de 2005 a 2015 houve preferência maior em aumentar o número de extensionistas no sul e norte de Moçambique. As províncias do centro, com exceção da Zambézia, tiveram pouca evolução do número de extensionistas. Tal fato não é coerente com o potencial agrícola existente no centro de Moçambique. Por exemplo, no ano de 2015, as pequenas e médias explorações agrárias produziram cerca de um milhão de toneladas de milho em Moçambique (MASA, 2015). Sessenta por cento dessa quantidade foi produzida na região centro, o que mostra que essa região joga papel importante na produção desse cereal, o mais consumido em Moçambique. Nesse sentido, a região Centro deveria merecer maior atenção na alocação de extensionistas. No entanto, a pouca evolução do número de extensionistas no Centro de Moçambique pode estar relacionada com o fato de que entre 2013 e 2016 esta região sofreu forte instabilidade política e militar. Essa

situação pode ter dificultado de forma significativa a contratação de extensionistas para trabalharem nesta durante o período de instabilidade.

Por fim, com os 1.304 extensionistas que o setor público tinha em 2015, cada agente deveria assistir cerca de 3.000 famílias para cobrir toda a população rural moçambicana (CUNGUARA, THOMPSON, 2018). Ainda que essa relação esteja no intervalo dos países em desenvolvimento, que varia de 1:1800 a 1:3000 (ANANDAJAYASEKERAM *et al.*, 2008), ela demonstra o quão a extensão rural pública moçambicana ainda precisa investir em recursos humanos para assistir todo o universo desejado. É praticamente impossível um agente de extensão assistir 3.000 famílias nas atuais condições caracterizadas por escassez de meios de transporte, vias de acesso bastante precárias e população rural dispersa.

Outro problema enfrentado pela pesquisa e extensão rural é a fragilidade na coordenação entre os dois setores (COME *et al.*, 2018; GÊMO, CHILONDA, 2013; MUNIZ *et al.*, 2018). Essa situação constitui contraste porque uma vez que há escassez de recursos, a coordenação de atividades ajudaria no uso eficiente dos mesmos recursos. Outro conjunto de questões precisa ser melhorado para que as instituições aumentem sua resposta à agricultura de Moçambique, como por exemplo, o aumento da autonomia do financiamento interno a pesquisa, aumentar as pesquisas sobre as mudanças climáticas e desenvolvimento de indicadores da sustentabilidade da agricultura (COME *et al.*, 2018; CUNGUARA, THOMPSON, 2018; SITO, 2014).

As pesquisas socioeconômicas também são extremamente relevantes, pois alguns autores apontam a inexistência de tecnologias rentáveis aos agricultores, pelo fato de operarem em mercados distorcidos (GEMO; EICHER, TECLEMARIAM, 2005). Aliás, os autores avançam com a tese de que o problema da baixa adoção de tecnologias é derivado da baixa lucratividade das mesmas (GEMO; EICHER, TECLEMARIAM, 2005). De acordo com Cavane, Cunguara e Jorge (2013), além de a adoção de tecnologias agrárias ser baixa, há tendência de descontinuidade de uso das mesmas. Esta é uma questão que pode ser bem pesquisada pelos cientistas sociais (antropólogos, sociólogos e economistas).

A oferta de serviços financeiros é extremamente baixa para os agricultores em Moçambique (CUNGUARA *et al.*, 2013; MASA, 2015). Segundo Mosca (2017), no período de 2000 a 2010, do total do crédito concedido à economia, apenas 8 % foi destinado a agricultura. Esse valor decresceu para 6,3 % em 2017 (WORLD BANK, 2019). Isto mostra um descompasso entre a percentagem do crédito alocado a agricultura e a importância da atividade no PIB bem como na ocupação das pessoas. No entanto, cabe mencionar a iniciativa da FAO que, por meio de cartões (*e-vouchers*), tem ofertado financiamento aos agricultores na região centro de Moçambique. Dependendo do pacote, o agricultor interessado compartilha com 25 % ou 40 % de valor do pacote de insumos agrícolas como fertilizantes, sementes certificadas e inseticidas de campo e de pós-colheita (NAGASAWA, 2017). O programa SUSTENTA está a implementar um modelo semelhante ao dos cartões de insumos, nas províncias de Nampula e Zambézia. De fato, este pode ser um importante mecanismo de apoio ao financiamento agrário, mas levanta-se questão da continuidade do programa uma vez que depende de doações internacionais.

O ambiente no qual a agricultura e as instituições de apoio funcionam em Moçambique precisa de muitas mudanças para melhorar o desempenho da atividade sob o risco de continuar a se colocar em plano secundário uma atividade que é praticada por cerca de 75 % da população. Nesse sentido, faz-se necessário que todos serviços e

apoio sejam direcionados para melhorar a produtividade agrária e a renda das famílias rurais moçambicanas.

### **Principais estratégias para o desenvolvimento agrário em Moçambique**

O governo de Moçambique, através do Ministério da Agricultura e Segurança Alimentar (MASA) tem implementado planos para o desenvolvimento da agricultura. Os principais planos são: Plano Estratégico do Desenvolvimento do Sector Agrário (PEDSA), Plano Nacional de Investimento do Sector Agrário (PNISA) e Plano Operacional do Desenvolvimento Agrário (PODA).

O PEDSA tem como missão contribuir para a melhoria da segurança alimentar e da renda dos produtores rurais de maneira competitiva e sustentável garantindo a equidade social e de gênero. Este plano é baseado em 5 pilares: i) Aumento da produtividade, produção e competitividade na agricultura; ii) Serviços e infraestruturas para maior acesso ao mercado; iii) Segurança alimentar e nutricional; iv) Uso sustentável dos recursos naturais e v) Instituições agrárias fortes. As metas do PEDSA no período 2011 a 2020 são: crescimento médio anual da agricultura pelo menos 7 % ao ano; redução da desnutrição crônica em até 20 % no ano 2020; reduzir à metade a proporção de população que sofrem de fome. Entretanto, parte das metas não têm sido cumpridas, a título de exemplo, a *Economist Intelligence Unit* prevê um crescimento de 3,5 % no setor da agricultura em Moçambique até 2020, abrindo face à média anual de 5 % registada entre 2005 e 2015.

O PNISA visa reforçar e operacionalizar a visão do setor agrário estabelecida no PEDSA, de promover um setor agrário próspero, competitivo equitativo e sustentável cujos objetivos são: contribuir para a segurança alimentar; aumentar a renda e rentabilidade dos produtores agrários; e aumentar a produção agrária orientada para o mercado, de forma rápida, competitiva e sustentável. Para o PNISA as prioridades na produção são as culturas alimentares (milho, arroz, trigo, feijões, mandioca, batata-reno, batata-doce e tomate) e de rendimento (caju, algodão, soja, gergelim e tabaco). As principais metas estabelecidas para o PNISA são as mesmas definidas no PEDSA. Referir que o plano foi desenhado para os anos 2013 a 2017, com extensão para 2018 e 2019.

O PODA, estabelecido para os anos de 2015 a 2019 foi implementado para operacionalizar os instrumentos orientadores da harmonização e alinhamento do Plano Quinquenal do Governo (PQG) com o PEDSA/PNISA. O PODA define seis corredores de desenvolvimento agrário no país, tendo como pressuposto a localização, condições edafoclimáticas, infraestrutura e diversificação de produtos agrários. Foram identificados 15 produtos estratégicos para o desenvolvimento e investimento no setor. O PODA privilegia 7 cadeias de valor prioritárias (arroz, feijões, hortícolas, mandioca, batata-doce, avicultura e bovinocultura), 5 cadeias de valor para revitalização (chá, citrinos, café, copra e sisal) e 6 produtos para exportação (banana, açúcar, castanha de caju, algodão, macadâmia e paprica).

Para garantir o aumento de produção e produtividade, o MASA dedica atenção às áreas de investigação através de transferências de tecnologias, assistência aos produtores por meio de aumento de número de extensionistas, mecanização, produção intensiva de hortícolas, produção intensiva de frangos e ovos, e promoção do empreendedorismo.

Um dos programas que o governo moçambicano assumiu a nível internacional para melhorar o desempenho da agricultura é CAADP (Programa Compreensivo para o Desenvolvimento da Agricultura em África). Este programa pretendia aumentar a produção agrícola a uma taxa mínima de crescimento anual de 6 % baseado num investimento de 10 % do orçamento público dos países. No entanto, em 2007 a agricultura recebeu apenas 3,7 % da despesa total, desproporcionalmente abaixo da contribuição da agricultura para a economia ou a proporção da população vivendo da agricultura (CUNGUARA *et al.*, 2013).

De acordo com Moguees e Benin (2015), para manter a sustentabilidade do crescimento agrícola, as despesas do governo na área de agricultura deveriam crescer entre 17 e 21 % ao ano, com entre 25 e 50 % das despesas alocadas para investimentos que acarretam alterações tecnológicas no setor.

### Considerações finais

Neste trabalho, é evidenciado o papel da agricultura em Moçambique, contribuindo com cerca de 24 % do PIB nacional e ocupando cerca de 75 % da população. A relevância da atividade para o país é também reconhecida pelo governo ao definir no artigo 100 da Constituição da República no seu número 1, *a agricultura como a base do desenvolvimento nacional*. No entanto, percebe-se ainda assim que o setor não tem sido olhado com a devida prioridade. Portanto, dado ao reconhecido potencial em gerar bem-estar para as famílias, é importante que se reflita sobre os desafios que o setor enfrenta.

As dificuldades no meio rural são enormes, os investimentos no setor ainda estão longe de alcançar as suas potencialidades. Além disso, a distribuição dos investimentos por regiões (Norte, Centro e Sul) não é proporcional as suas potencialidades e produções. Esforços devem ser feitos de modo que os investimentos sejam distribuídos de forma proporcional as potencialidades de cada região. É também de extrema importância a concentração dos recursos na intensificação das culturas alimentares numa primeira fase e paulatinamente ir se introduzindo as culturas de rendimento.

No que se refere a pecuária, primeiro a definição de espécies prioritárias deve abranger todas aquelas maioritariamente produzidas no país, explorando o potencial no seu máximo. Segundo, antes de ações de prevenção ou combate de doenças que não deixam de ser extremamente importantes, deve se priorizar a produção de forragem e ração de qualidade. Para tal, pode-se associar a produção das espécies as cadeias de produção de sorgo (claramente negligenciada, no entanto, além de poder ser usada como suplemento pode ser usado como fonte de energia nas machambas<sup>5</sup>) e soja.

Fica claro que o país precisa modernizar a agricultura através da adoção de tecnologias e técnicas melhoradas para aumentar a produtividade e reverter o fato da produção e produtividade agrícola serem das mais baixas da África Subsaariana e do Mundo. Portanto, devem ser feitos igualmente investimentos em infraestrutura de suporte nomeadamente, ferrovias, rodovias, mercados e infraestrutura de irrigação. E paralelamente, sistemas pós-produção como silos, fábricas de processamento, entre outras, precisam ser implantados, de forma a rentabilizar os investimentos feitos pelos

---

<sup>5</sup> A palavra machamba significa propriedade rural agrícola, geralmente composta por um imóvel e um terreno destinado à prática da agricultura e da pecuária.

agricultores. Sem deixar de lado a necessidade de mais investimentos na pesquisa agrária e extensão rural.

Por outro lado, deve existir uma política de retenção de quadros de funcionários, em razão de geralmente abandonarem a função pública a procura de melhores condições de trabalho em organizações não governamentais. Ademais, a necessidade de investimentos na agricultura a curto e médio prazo, deve ser acompanhada por investimentos de longo prazo na educação, que permitem a participação em atividades mais lucrativas e/ou fora da agricultura. Pois, só assim será possível dinamizar a agricultura em Moçambique e torná-la verdadeiramente na principal ferramenta para o combate à pobreza e alcance do almejado desenvolvimento econômico.

## Referências

ABBAS, M. Segurança alimentar e território em Moçambique: discursos políticos e práticas. **Revista nera**, n. 38, p. 106–131, 2017.

ANANDAJAYASEKERAM, P. *et al.* **Concepts and practices in agricultural extension in developing countries: A source book**. ILRI (aka ILCA and ILRAD), Addis Ababa, 2008.

BANCO MUNDIAL. **Estratégia Nacional de Assistência para Recursos Hídricos em Moçambique**. 2007. Disponível em: <http://siteresources.worldbank.org/INTMOZAMBIQUE/Resources/MozCWRASPortuguesFinal.pdf>. Acesso em: 11 agosto 2019.

BANCO MUNDIAL. **Actualidade Económica de Moçambique: Tirando proveito da transformação demográfica**. 2017. Disponível em: <https://www.worldbank.org/pt/country/mozambique/publication/mozambique-economic-update-making-the-most-of-demographic-change>. Acesso em: 20 setembro 2019.

BOLFE, E. L. *et al.* WebGis Moçambique: organização das bases de dados espaciais para a plataforma GeoServer. **Embrapa Territorial-Documentos (INFOTECA-E)**, 2011.

CAVANE, E.; CUNGUARA, B.; JORGE, A. **Adopção de tecnologias agrárias em Moçambique: revisão, interpretação e síntese de estudos feitos**. Maputo: 2013. Disponível em: <https://omrmz.org/omrweb/adopcao-de-tecnologias-agrarias-em-mocambique-revisao-interpretacao-e-sintese-de-estudos-feitos/>. Acesso em: 8 agosto 2019.

COME, S. *et al.* The Mozambican Experience in Institutionalizing Agrarian Research. **Journal of Agricultural Science**, v. 10, n. 1, p. 102–113, 2018.

COUGHLIN, P. E. **Agricultural intensification in Mozambique. Infrastructure, Policy and Institutional Framework—When Do problems Signal Problems Signal Opportunities**. Maputo, 2006.

CUNGUARA, B.; TOMPSON, T. **Mozambique: Desk Study of Extension and Advisory Services**. Maputo, 2018.

CUNGUARA, B. *et al.* **Análise situacional, constrangimentos e oportunidades para o crescimento agrário em Moçambique**. Maputo, 2013.

FAOSTAT. **Crop production data**. 2018. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 2 setembro 2019.

GEMO, H. *et al.* **Mozambique's experience in building a national extension system**. Michigan State University Press. 2005.

GÊMO, H.; CHILONDA, P. **Why did Mozambique's public extension halt the implementation of the National Agrarian Extension Program (PRONEA)**. Washington, DC: International Food Policy Research Institute (IFPRI), 2013.

GABINETE DE PLANEAMENTO, POLÍTICAS E ADMINISTRAÇÃO GERAL - GPP. **Agricultura, Sicultura e Pesca – Indicadores 2016**. Praça do Comércio, Lisboa, 2016.

GUANZIROLI, C. E.; GUANZIROLI, T. Modernização da Agricultura em Moçambique: determinantes da renda agrícola. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 53, p. 115–128, 2015.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA - INE. **Inquérito Demográfico e de Saúde**. Maputo, 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA - INE. **IV recenseamento geral da população e habitação 2017**. Maputo, 2019. Disponível em: <http://www.ine.gov.mz/iv-rgph-2017/mocambique/censo-2017-brochura-dos-resultados-definitivos-do-iv-rgph-nacional.pdf>. Acesso em: 20 julho 2019.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E SEGURANÇA ALIMENTAR - MASA. **Anuário das Estatísticas Agrárias**. Maputo, 2015.

MELO, A. P. *et al.* Dinâmica agrícola no distrito de Chibuto–Moçambique: Um olhar sobre o nível de utilização de sementes certificadas. **Sociedade e Território**, v. 29, n. 2, p. 101–114, 2017.

MOÇAMBIQUE. Solos e potencialidades agrícolas em Moçambique: o caso da região do corredor de Nacala. Programa de Desenvolvimento Agrícola da Savana Tropical de Moçambique. **Sistema de Gestão Territorial para a Agricultura**. 2010.

MOSCA, J. Agricultura familiar em Moçambique: ideologias e políticas. **Revista Nera**, n. 38, p. 68–105, 2017.

MOGUES, T.; BENIN, S. **Despesas públicas na agricultura em Moçambique**. 2015.

MUNIZ, J. N. *et al.* Planos e programas e os serviços de extensão rural em Moçambique: Solução ao hiato existente entre os eixos orientadores e a prestação dos serviços públicos. **Cadernos de Estudos Africanos**, n. 35, p. 171–191, 2018.

SITOE, T. A. Os desafios da investigação agrária em Moçambique. **Desenvolvimento em Questão**, v. 12, n. 25, p. 81–104, 2014.

NAGASAWA, T. **The effect of Farmers Field School on inputs investment through electronic voucher (e-Voucher) scheme - A case study in 4 provinces of Central Mozambique**. Supervisor: Francesco Cecchi. 2017. 73 f. Thesis Development Economics. Wageningen University, University, 2017.

WORLD BANK. **Republic of Mozambique Agriculture Public Expenditure Review: Assessment and Result-Focused Expenditure Management**. World Bank Group. 2019. Disponível em: <http://documents.worldbank.org/curated/en/101351562620820193/Mozambique-Agriculture-Public-Expenditure-Review-Assessment-and-Result-Focused-Expenditure-Management>. Acesso em: 28 setembro 2019.

# CAPÍTULO 23

## A REDE NÓS DE ÁGUA E A CONSTRUÇÃO DO PLANTIO DE ÁGUA NA ZONA DA MATA DE MINAS GERAIS

Luan Ritchelle Aparecido dos Anjos, Raquel Amorim Campos  
e Tommy Flávio Cardoso Wanick Loureiro de Sousa

### Introdução

Nossa história deriva de experiências agroecológicas desenvolvidas na zona da mata mineira desde a década de 1970, em um contexto onde a revolução verde, há pouco introduzida, já ameaçava a segurança e soberania alimentar, a saúde e a autonomia dos agricultores e agricultoras da região, assim como a sustentabilidade dos sistemas agroalimentares. O movimento agroecológico teve início de forma descentralizada, com a iniciativa de diversos atores e, aos poucos, foi se organizando e expandindo (SILVEIRA *et al.*, 2018).

No início da década de 1990, agricultores familiares da região de Araponga/MG, em parceria com o Centro de Tecnologias Alternativas da Zona da Mata (CTA-ZM) e a Universidade Federal de Viçosa (UFV) iniciaram uma série de experimentações nos cultivos de café da região com os chamados "Sistemas Agroflorestais". Este modelo produtivo busca consorciar cultivos agrícolas com espécies florestais (madeireiras e/ou frutíferas) e, em alguns casos, também animais, em uma mesma área e segundo uma sequência temporal definida de acordo com a sucessão (PALUDO, COSTABEBER, 2012). A implementação destes sistemas, baseados na diversidade de plantas em contraposição às monoculturas endossadas pelos pacotes tecnológicos convencionais, buscavam, principalmente, aumentar a capacidade produtiva das culturas e a qualidade dos solos. Os resultados indicaram a melhoria na fertilidade dos solos e o aumento da produtividade almejado, mas para além destes efeitos, observou-se, ainda, um aumento na quantidade de águas oriunda dos sistemas de produção (ANJOS *et al.*, 2018).

Neste momento, surge a demanda, por parte dos próprios agricultores, de avaliar o impacto dos sistemas agroecológicos de produção de café implementados na região sobre a Bacia do Córrego São Joaquim e cria-se, em 2009, o Grupo de Trabalho das Águas (GT-Água). A partir daí, o GT-Água se firmou como entidade destinada à pesquisa-ação destes sistemas em parceria com os agricultores que o manejavam. O objetivo era estudar a relação entre os sistemas de produção agrícola e os recursos hídricos e buscar estratégias que fortalecessem este efeito de conservação dos recursos hídricos de forma quantitativa e qualitativa (ANJOS *et al.*, 2018).

No ano de 2007, surge também o Instituto Socioambiental de Viçosa (ISA Viçosa), organização não governamental com objetivo de disseminar práticas que visem a conservação da bacia do Ribeirão São Bartolomeu – principal fornecedor

de água para o sistema de abastecimento da cidade de Viçosa/MG - e promover cursos de Educação Ambiental na região (ANJOS *et al.*, 2018).

Em 2014, uma articulação entre o GT-Água, o ISA-Viçosa, o CTA e a Associação dos Plantadores de Água (Plantágua), do município de Alegre/ES, promoveu um curso intitulado "Plantio de Água", na cidade de Viçosa/MG, onde surge a demanda de criação de um coletivo dos grupos envolvidos com a conservação de recursos hídricos na região. Criou-se, deste modo, a Rede Nós de Água.

A concepção de trabalho da Rede Nós de Água foi inspirada na experiência do agricultor familiar Newton Campos, morador de uma comunidade rural do município de Alegre/ES. Segundo Meira *et al.* (2013), Sr. Newton herdou uma pequena propriedade, onde adotou uma série de medidas conservacionistas, como cercar as nascentes, reflorestar áreas sensíveis, captar água das chuvas com caixas secas e recuperar matas ciliares e topos de morros. Essas práticas contribuíram para a recuperação da área degradada e levou a um aumento expressivo na quantidade de água oriunda da propriedade.

O surgimento da Rede Nós de Água na região da zona da mata mineira, em um período onde a demanda por água aumentou significativamente devido às alterações na distribuição das precipitações ao longo do ano e consequente falta de regularidade nas vazões das nascentes favoreceu a implementação e consolidação do grupo na região, que em pouco tempo alcançou grande capilaridade.

Uma das principais causas da falta de regularidade das nascentes da região da zona da mata mineira está relacionada à baixa eficiência de infiltração da água das chuvas pelo solo, em especial por consequência do manejo adotado. Essa baixa infiltração de água no solo leva a um menor acúmulo de água nos lençóis freáticos e maior escoamento superficial, promovendo diversos desequilíbrios no ciclo hidrológico.

Neste contexto, o "plantio de água" emerge com o objetivo de aumentar a eficiência de captação hídrica e melhorar a qualidade da água e dos solos, através da disseminação de técnicas que favoreçam a infiltração da água no solo.

As técnicas quantitativas, aquelas que se preocupam em aumentar a capacidade hídrica da bacia hidrográfica, abrangem o cercamento e proteção de nascentes, conservação das áreas de proteção permanente, construção de caixas secas e caixas cheias e o terraceamento em curva de nível.

As práticas qualitativas, com foco em melhoria da qualidade da água, envolvem a implementação de um sistema de saneamento rural, com a construção de fossas sépticas ecológicas, como as fossas biodigestoras ou fossas evapotranspiradoras para o tratamento da água preta (oriunda de vasos sanitários) e os filtros biológicos para o tratamento da água cinza (oriunda de pias e chuveiros).

## **O plantio de água**

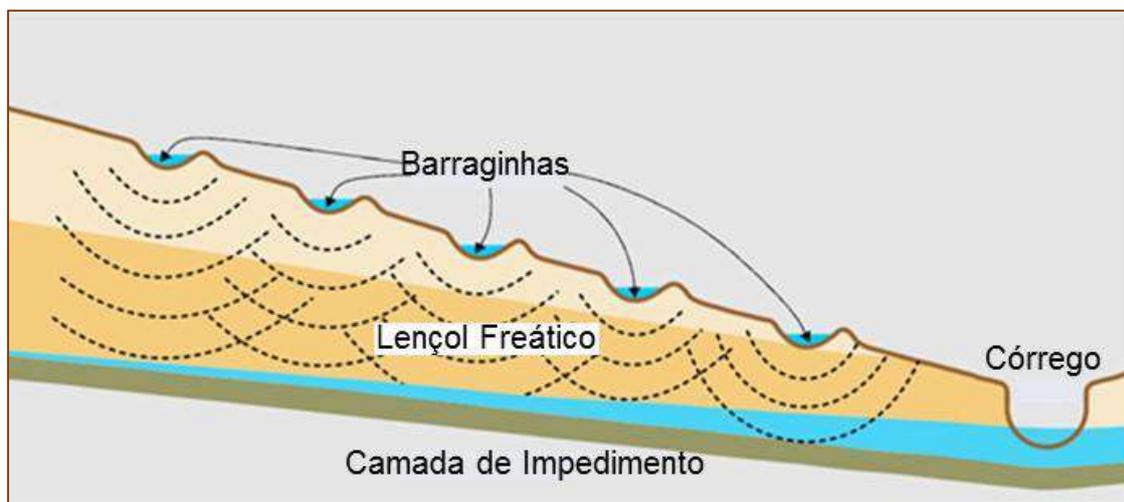
### *Caixas Secas e Barraginhas*

Caixas secas, também denominadas barraginhas, são sistemas de contenção e infiltração da água de chuva oriunda do escoamento superficial que promovem redução dos processos erosivos e o aumento da água no interior do solo (BARROS, 2011).

São escavações no solo que podem apresentar diferentes formatos, geralmente caixa ou meia-lua e dimensões a variar de acordo com a quantidade de água que precise

conter. Podem estar dispostas de forma linear, como em estradas rurais, por exemplo, ou de maneira aleatória no terreno (BARROS, 2011).

A construção dessas estruturas contribui para a elevação do lençol freático (Figura 1), aumentando a disponibilidade de água, fazendo com que nascentes estabelecidas emergjam mais alto no terreno e mesmo nascentes secas sejam revitalizadas.



Fonte: Barros (2000).

**Figura 1.** Esquema de barraginhas construídas ao longo de terreno e sua influência na recarga do lençol freático.

Quando construídas na beira de estradas essas estruturas contribuem para a conservação das vias e reduzem o assoreamento de brejos e nascentes por material carregado pela enxurrada. Nestes casos, este material se deposita no fundo das caixas e, pelo menos uma manutenção anual se faz necessária, preferencialmente, antes do período chuvoso.

O plantio de árvores de baixa evapotranspiração que proporcionem sombreamento nas caixas é importante para reduzir a evaporação da água contida no período seco.

### *Caixas cheias*

As áreas alagadas são locais com significativa importância devido aos serviços ambientais associados a esses ecossistemas, como a filtragem da água pelo solo, a recarga das águas subterrâneas, a regulagem do microclima, a capacidade de serem fontes de alimentação e de renda para as populações a partir da agricultura, da pesca, dos produtos madeireiros, entre outros (JUNK *et al.*, 1989).

As caixas cheias consistem em estruturas feitas em áreas alagadas, principalmente brejo que, previamente encontravam-se com um nível significativo de água e, com o seu manejo inadequado, vivenciam problemas como o excesso de assoreamento. Para isto, inicia-se a intervenção com a limpeza da área, atentando-se em manter ao máximo as características locais, pois tais áreas são consideradas sensíveis e de proteção ambiental definida pelo Código Florestal brasileiro (Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012). Nesta técnica é aconselhável que não se utilizem máquinas de grande porte e o trabalho manual é o mais apropriado (Figura 2, A). Além disso, as caixas são construídas

utilizando-se da vegetação local, o que não viabiliza a propagação de espécies exóticas e o desequilíbrio natural do ecossistema (Figura 2, B).

Com tais intervenções, espera-se que as caixas cheias sejam capazes de promover uma maior retenção da água da chuva com conseqüente infiltração dessa água no solo. O efeito desse fenômeno é a recarga dos lençóis freáticos, contribuindo para o aumento de água em toda a bacia e expressivo aumento da área alagada com maior distribuição da umidade no local, favorecendo assim as vegetações nas encostas próximas a essas áreas. (Figura 2, C e D).



**Fonte:** acervo da Rede Nós de Água.

**Figura 2.** (A) Intervenção em área alagadiça com trabalho manual; (B) Uso da própria vegetação local para construção e estabelecimento da caixa seca; (C) e (D) Comparação da situação de uma mesma área alagada, com evidente aumento do nível de água após a implementação da caixa cheia.

### *Terraceamento*

A técnica de terraceamento é considerada uma das mais antigas técnicas da agricultura, em todo o mundo. Consiste em uma intervenção mecânica apropriada para solos que se encontram situações de erosão com objetivo de conter a energia cinética (velocidade da água) de escoamento superficial da água da chuva e, assim evitar o processo erosivo e suas conseqüências. Basicamente são valas em formatos retangulares criadas ao longo das curvas de nível no solo como obstáculos para o escoamento superficial (Figura 3, A), possibilitando além da diminuição da velocidade de escoamento, também a infiltração da água em áreas estratégicas de recarga dos lençóis freáticos. Com isso, há a contribuição para a maior regularidade das vazões ao longo do ano.

Experiências feitas a partir da associação dos terraços em curvas de nível com o plantio de espécies vegetais leguminosas, principalmente, mostraram que a cobertura vegetal dessas áreas auxiliou no processo de recuperação da paisagem e na estabilidade no terreno (Figura 3, B). Isso porque a cobertura vegetal funciona como uma manta protetora dos solos expostos, provocando a diminuição do escoamento superficial e dos

efeitos erosivos, principalmente em consequência das galerias criadas pelo desenvolvimento radicular dessas espécies.

O processo de escolha das áreas que receberão a técnica deve levar em conta a inclinação do terreno, seu grau de erosão, a possibilidade de executar mais de uma unidade de terraço sequencialmente e o distanciamento entre as unidades.

Há uma grande necessidade de se instalar terraços capazes de suportar e reter as águas pluviais em excesso para que posteriormente sejam infiltradas e possam recarregar os lençóis freáticos. Além disso, anualmente, antes do início do período chuvoso, recomenda-se a limpeza e manutenção dessas estruturas para que a eficiência no processo de infiltração seja mantida.

Para locais onde o solo se encontra em estágio avançado de erosão com a formação de voçorocas, aconselha-se construir estruturas que são barreiras feitas com bambu ou outro material lenhoso local, e preenchidas com material que possui capacidade de reter água, como palhadas por exemplo, e realizar o plantio de espécies que propiciarão a fixação de nutrientes no solo dando estabilidade e melhorando a qualidade dos solos. Essas estruturas permitem a passagem de água, mas retêm os sedimentos, atuando como um filtro, evitando o carreamento do solo até as partes baixas. Tal intervenção foi intitulada pelos membros da Rede Nós de Água por ninhos d'água (Figura 3, C).



**Fonte:** acervo Rede Nós de Água e Projeto Rio Doce – Cultivando Agroecologia.

**Figura 3.** (A) Modelo de terraço em nível do terreno; (B) Resultado do plantio feito em associação com terraço em solo exposto; (C) Construção dos ninhos d'água em uma voçoroca.

## Sistemas Agroflorestais

Os sistemas agroflorestais são sistemas que integram a produção de alimentos a partir de culturas agrícolas, muitas vezes voltada para a geração de renda, e o habitat de ecossistemas naturais, com a presença de árvores e espécies nativas da área ou exóticas, de forma simultânea ou sequencial, funcionando como um consórcio.

Os sistemas demandam um planejamento espacial e temporal para o plantio adequado das espécies de interesse, sendo alta a diversidade e a interação entre elas. Nos sistemas agroflorestais costumam-se plantar mudas e sementes que, em um primeiro momento, serão capazes de promover a melhoria da qualidade do solo, com a inserção de nutrientes e, ao se estabelecer uma condição favorável à inserção de outras espécies, realiza-se o processo de plantio dos indivíduos de interesse. Percebe-se com isso que os sistemas agroflorestais são baseados no princípio da sucessão ecológica.

As principais vantagens associadas à essa técnica são a possibilidade de conciliar a preservação ambiental e a produção de alimentos, considera as tradições do local em que está inserido e os critérios estabelecidos por aqueles que trabalharão de forma constante com o sistema, propicia a cobertura do solo, minimizando os efeitos da erosão, com aumento da infiltração das águas pluviais nos solos e conseqüente recarga dos lençóis freáticos, além de ser uma maneira viável de restaurar florestas e recuperar áreas degradadas.

Com a maior diversidade de espécies, aumento da agrobiodiversidade e maior diversidade de produtos, aumenta-se a resiliência do sistema. Além disso, ao se instaurar um ciclo de sucessão, há a diminuição da necessidade de insumos externos, gerando assim maior autonomia e renda.

São sistemas aconselhados para recuperação de áreas estratégicas dentro da bacia hidrográfica, como as encostas mais íngremes e as matas ciliares ao longo dos rios, assim como os topos de morro, pois as áreas vegetadas possuem maior capacidade de retenção e infiltração da água nos solos, promovendo assim a melhoria ambiental dessas áreas e conciliando a renda com a recuperação das águas.

## Saneamento Rural

De acordo com o Censo Demográfico de 2010, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) cerca de 54,2 % da população habitante em áreas rurais não são assistidos por esgotamento sanitário adequado e cerca de 28,6 % não recebem qualquer tipo de assistência nesse sentido. Sabe-se que permanece o uso das chamadas fossas rudimentares, incapazes muitas vezes de promover o tratamento adequado dos efluentes domésticos nas áreas rurais.

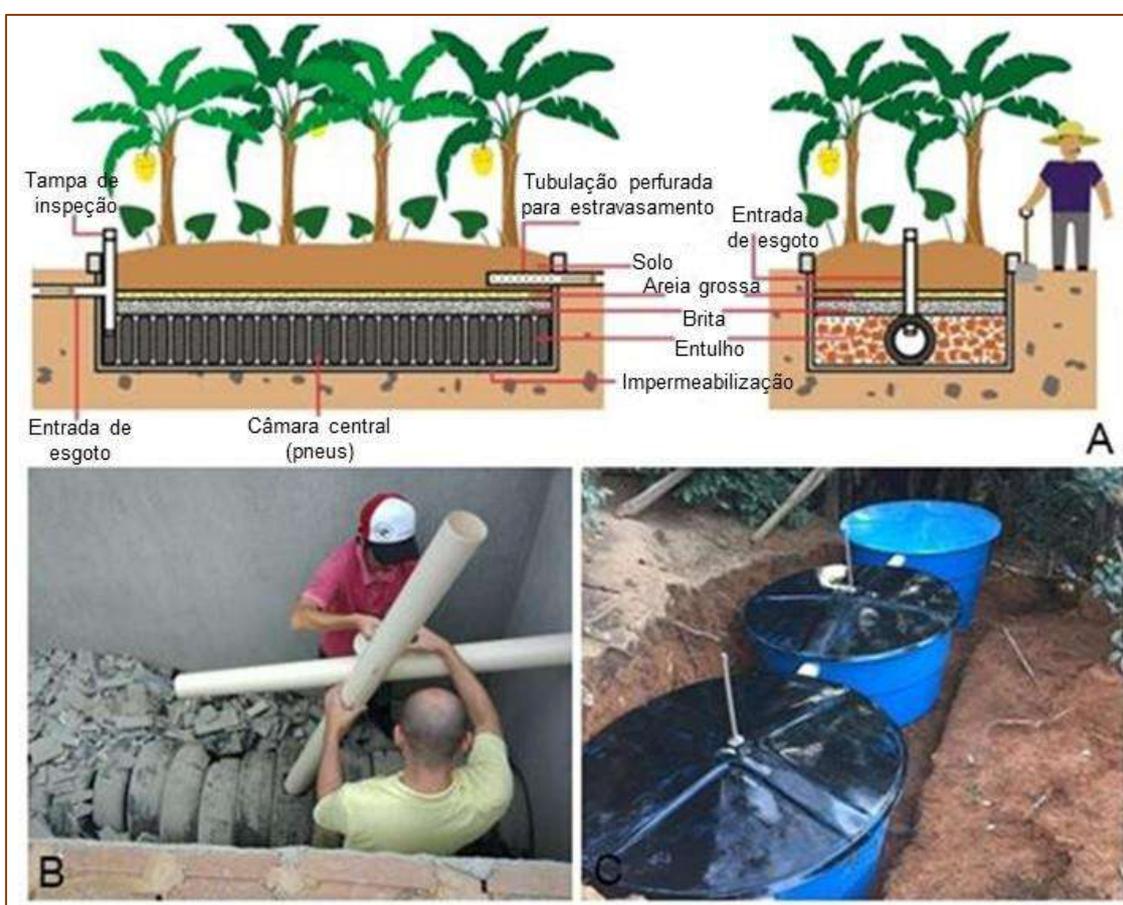
Desta forma, o plantio de água visa não somente propiciar um aumento de quantidade de água disponível nas comunidades, mas, com a implementação de sistemas descentralizados de tratamento de efluentes, propiciar o aumento da qualidade dessas águas. É relevante destacar a importância da educação ambiental em relação ao ciclo hidrológico no processo de construção das estruturas. A partir da conscientização acerca do saneamento há o entendimento de como o mesmo é necessário para o bem-estar social, a saúde das pessoas e à promoção dos direitos básicos fundamentais.

As tecnologias difundidas pela Rede Nós de Água para tratamento das águas pretas, oriundas dos vasos sanitários, que são potencialmente poluidoras e

disseminadoras de doenças de veiculação hídrica são as fossas sépticas de evapotranspiração e biodigestão.

Tanto a fossa séptica de evapotranspiração quanto a fossa séptica biodigestora consistem em alternativas para o tratamento do efluente com origem no banheiro da residência, sendo necessária sua separação do efluente gerado na cozinha, a chamada "água cinza". A fossa de evapotranspiração baseia-se no princípio de que o efluente passará por um processo de digestão anaeróbica, com posterior processo de filtração pela camada filtrante e a absorção e liberação por evapotranspiração do esgoto digerido pelas plantas com alta capacidade de retenção de água, como bananeira, taioba e lírio do brejo (Figura 4, A e B).

A fossa séptica biodigestora é uma estrutura composta por três caixas de água conectadas (Figura 4, C). A digestão da matéria orgânica é possível com a introdução de microrganismos no sistema capazes de realizar tal processo, muitas vezes presentes em esterco fresco de boi diluído. Ao final, o efluente é convertido em um material rico para o solo, podendo ser aplicado em pomares, por exemplo.



**Fonte:** Acervo Rede Nós de Água e UNICAMP (2018).

**Figura 4.** (A) Esquema gráfico de montagem da fossa de evapotranspiração; (B) Processo de montagem de fossa de evapotranspiração; (C) Processo de montagem de fossa séptica biodigestora.

Todas essas tecnologias são estruturas descentralizadas e de baixo custo, sendo facilmente construídas e, por isso, adequadas ao saneamento de áreas rurais.

## Metodologia utilizada

A Rede Nós de Água, portanto, se fundou como uma articulação entre grupos que possuíam experiência em trabalhos com ensino, pesquisa, extensão e assessoria técnica às comunidades rurais, que se reuniram com a missão de difundir o plantio de água na zona da mata mineira.

A concepção do trabalho da Rede Nós de Água se pautou em referências do campo da educação popular, que tem em sua gênese os princípios teórico-metodológicos freirianos. A educação popular é um processo de educação dialógica, onde a troca entre os saberes do educando e do educador é o princípio para efetiva construção do conhecimento, diferente do processo hierarquizado, que Paulo Freire chamou de educação bancária, onde o educador “deposita” o conhecimento sobre o educando (FREIRE, 1999).

Na educação popular o conhecimento não é algo que possa ser doado ao educando e à educanda, pois é algo que se constrói e reconstrói permanentemente, por meio, sobretudo, da pesquisa sobre a realidade e a partir da prática da relação dialógica. (DEPMC/SNAS/SGPR, 2014). Nesse sentido, o acolhimento ao saber dos educandos ganha espaço no processo de ensino aprendizagem e ancorado na realidade a educação passa a ser mais contextualizada e por isso mais significativa, gerando assim autonomia e possibilidades de construção de novos conhecimentos (OLIVEIRA, 2006).

Pautados nesses princípios de educação e, a partir das expertises dos sujeitos que compuseram a Rede Nós de Água, foi desenvolvida uma estratégia metodológica de atuação do grupo junto as comunidades rurais.

O passo inicial do trabalho foi realizar uma série de cursos teórico práticos de plantio de água mediados por métodos condizentes com a educação popular. Para viabilizar a realização dos cursos valeu-se das articulações já consolidadas pelo movimento agroecológico da região nos seus mais de 40 anos de atuação.

Durante a condução dos cursos são realizadas dinâmicas de grupo e de relaxamento para que se crie um ambiente que estimule a autoconfiança e confiança no grupo, potencializando a participação e envolvimento de todos. Após as dinâmicas inicia-se o círculo de cultura onde todos são ouvidos e a partir de perguntas geradoras o conhecimento é construído de forma coletiva e ancorada na realidade dos integrantes do grupo. O assunto abordado de forma teórica passa pelo entendimento dos conceitos de bacia hidrográfica, ciclo hidrológico, problemas relacionados a água, questões sobre legislação ambiental, técnicas e tecnologias relacionadas a conservação da água, modelo de desenvolvimento hegemônico e seus problemas, entre outros temas relacionados que possam surgir durante a conversa.

A segunda etapa do curso é a parte prática, onde é escolhido um local, normalmente uma propriedade rural, para implementação das técnicas relacionadas ao Plantio de Água e em forma de mutirão, tendo como princípio educativo o trabalho é que são construídas e implementadas as técnicas a medida que vão sendo revistos e articulados os conhecimentos teóricos da primeira parte do curso.

No início da parte prática, para treinamento dos educandos, é realizada a leitura de ambiente, ou seja, momento em que é feito o planejamento das técnicas a serem implementadas, escolha dos locais e dimensionamento das estruturas. Para isso, são utilizados métodos do diagnóstico rápido participativo (DRP), como caminhada

transversal na propriedade, desenhos do caminho da água e visualização de mapas e, em grupo, chega-se ao planejamento final (VERDEJO, 2010).

Como encaminhamento dos cursos são orientados aos educandos que formem mutirões de trabalho nas suas comunidades para implementar as tecnologias e difundir as técnicas para outras pessoas. Essa etapa é extremamente importante, pois no momento em que estão planejando, implementando as técnicas e ensinando aos demais é um momento de testar, e validar os conhecimentos adquiridos e dessa forma realmente consolidar o aprendizado obtido. Normalmente um técnico da Rede participa dos primeiros mutirões nas comunidades para auxiliar na apropriação metodológica dos princípios da educação popular pelo grupo local. Os demais mutirões costumam acontecer de forma autônoma nas comunidades, que vão protagonizando coletivamente o plantio de água.

A prática do trabalho em mutirão, comum entre os agricultores familiares da região da zona da mata mineira, é um hábito que favorece a organização social e cooperação entre os membros da comunidade e, por isso, extremamente adequada no que se relaciona ao trabalho com a água uma vez que a água em uma bacia hidrográfica não respeita as cercas que limitam as propriedades privadas e é um recurso que deve ser cuidado coletivamente.

Diante desse entendimento e de acordo com a legislação pertinente, a água é um recurso hídrico e sua gestão deve ser descentralizada, envolvendo todas as esferas de poder, estado, sociedade civil e jurídica. Todos os cursos e grupos de mutirão organizados pela Rede Nós de Água são articulados junto as prefeituras, empresas de extensão rural, grupos de ambientalistas, ONGs e associações para que todos os usuários da água naquela bacia hidrográfica possam participar e serem estimulados a se atentarem aos cuidados com a mesma.

Essa capilaridade de sujeitos que integram as ações da Rede Nós de Água e o processo educativo que procura proporcionar autonomia, uma vez que para além de implementar as técnicas são ensinados todos os princípios de funcionamento e dão condições de adaptações e desenvolvimento de outras soluções de acordo com as características locais caracterizam o Plantio de Água enquanto uma tecnologia social.

Segundo a Fundação Banco do Brasil (2015):

tecnologias sociais são produtos, técnicas ou metodologias reaplicáveis, desenvolvidas na interação com a comunidade e que representem efetivas soluções de transformação social. É conceito que remete às propostas inovadoras de desenvolvimento, considerando a participação coletiva no processo de organização, desenvolvimento e implementação. Baseia-se na disseminação de soluções para problemas voltados as demandas de alimentação, educação, energia, habitação, renda, recursos hídricos, saúde, meio ambiente, dentre outras. As Tecnologias Sociais podem aliar saber popular, organização social e conhecimento técnico-científico. Importa essencialmente que sejam efetivas e reaplicáveis, propiciando desenvolvimento social em escala. (FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL, 2015).

O Plantio de água hoje é uma tecnologia social certificada pela Fundação Banco do Brasil, por abranger as características citadas acima, especialmente por ser efetivo e de fácil replicação.

Durante o processo de reaplicação do plantio de água, que ocorre de forma autônoma e através dos cursos e grupos de mutirão da Rede, outros conhecimentos vão sendo produzidos e agregados ao conjunto de saberes do plantio de água e para que sejam socializadas as experiências em curso são realizados troca de informação constantemente pelos meios de comunicação, encontros regionais anuais e intercâmbios agroecológicos.

Os intercâmbios agroecológicos são práticas já consolidadas no território agroecológico da zona da mata mineira e há décadas vem sendo realizados. Segundo Zanelli (2017), os intercâmbios proporcionam a existência de um vigoroso processo de construção e socialização de conhecimentos agroecológicos, que tem fortalecido as dinâmicas sociais dos agricultores e impulsionado o desenvolvimento da Educação do Campo e da Agroecologia na região.

Para realização dos intercâmbios agroecológicos no âmbito da Rede Nós de Água, ao longo do crescimento da Rede foram sendo selecionadas propriedades com potencial para realização dos intercâmbios agroecológicos. Essas propriedades precisavam ter as principais técnicas do plantio de água implementadas e em funcionamento para que a partir da visita à propriedade os saberes ali existentes pudessem ser compartilhados. Essas propriedades foram chamadas de unidades demonstrativas de plantio de água e hoje estão espalhadas por diversos municípios sendo palco de intercâmbios agroecológicos, cursos de plantio de água e acima de tudo lugar de troca de saberes e reprodução da cultura e vida dos camponeses.

Ao longo desses poucos anos de existência de Rede Nós de Água alcançou-se uma capilaridade expressiva sendo identificados mais de 15 municípios da região da zona da mata mineira com ações do grupo.

No campo do ensino, pesquisa e extensão da Universidade Federal de Viçosa diversos projetos foram desenvolvidos, entre os mais expressivos, no âmbito do ensino com atuação junto a disciplinas de graduação dos cursos de Licenciatura em Educação do Campo e Engenharia Ambiental, projetos de mestrado e de conclusão de curso sistematizando as experiências da Rede, no âmbito da extensão com projetos junto aos atingidos pelo Rompimento da Barragem da Vale no Rio Doce e cursos durante eventos como a Troca de Saberes e a Semana do Fazendeiro, entre outros (CANAZART, 2017).

A Rede Nós de Água segue atuando como um espaço de formação de profissionais atentos e capazes de agir diante de problemas ambientais com uma visão interdisciplinar, sendo que hoje diversos de seus membros estão inseridos no mercado de trabalho atuando na área e contribuindo com a difusão do plantio de água enquanto tecnologia social.

### **Considerações finais**

A questão hídrica, hoje, é um dos problemas que mais afeta a humanidade e a reprodução da vida social com qualidade. Apesar de existirem tecnologias adequadas para solucionar a maior parte dos problemas em relação a água, como consequência da mercantilização das soluções e do conhecimento, essas tecnologias não chegam aos locais que produzem água.

A Rede Nós de Água surge e atua em um campo onde existe uma lacuna muito grande, que é o acesso ao conhecimento, em especial nas áreas rurais e, apesar de não trazer nenhuma inovação tecnológica, ao agregar as tecnologias já existentes em um

processo de educação e construção do conhecimento que gera autonomia, acaba por promover serviços ecossistêmicos que tem proporcionado melhorias nas condições hídricas na realidade da agricultura de muitas famílias do território agroecológico da zona da mata mineira.

Por ser um grupo que atua junto as cabeceiras do Rio Doce, sujeito do maior crime ambiental no Brasil, fazem-se necessárias, ainda, mais pesquisas e estudos em relação aos reais efeitos proporcionados pelas intervenções que têm sido implementadas pelo grupo, pois pesquisas dessa natureza precisam ser conduzidas em longo prazo. Diante das respostas já percebidas, recomenda-se a difusão e implementação das técnicas e tecnologias sociais associadas ao plantio de água.

## Referências

ALVES, M. B. *et al.* Recuperação de nascentes e carga hídrica a partir de técnicas do plantio de água e da metodologia participativa. *In: Fórum Brasil de áreas degradadas*, 4, 2017, Viçosa, MG. **Anais de Resumos Expandidos**. Viçosa: Igor Rodrigues de Assis, 2017. p. 185–189.

ANJOS, L. R. A. *et al.* Origem e histórico da " Rede Nós de Água": pesquisa, ensino e extensão participativa em conservação de recursos hídricos sob a perspectiva agroecológica. **Revista ELO–Diálogos em Extensão**, v. 7, n. 1, p. 59–64 2018.

BRASIL. **Constituição (2012)**. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília, 2012.

CANAZART, A. C. **Plantio de água: Um processo de formação, desenvolvido em conjunto à comunidade de Camões-Sem Peixe**. Orientador: Tommy Flávio Cardoso Wanick Loureiro de Sousa. 2018. Monografia (Graduação em Educação do Campo - Ciências da Natureza). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2018.

CARDOSO, I. M. *et al.* Continual learning for agroforestry system design: university, NGO and farmer partnership in Minas Gerais, Brazil. **Agricultural Systems**, v. 69, n. 3, p. 235–257, 2001.

DEPMC/SNAS/SGPR. **Departamento de Educação Popular e Mobilização Cidadã**. Marco de referência da educação popular para as políticas públicas. Brasília. 2014.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 12 ed. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL. **Banco Nacional de Tecnologias Sociais**. 2015. Disponível em: <http://tecnologiasocial.fbb.org.br/tecnologiasocial/o-que-e/tecnologia-social/o-que-e-tecnologia-social.htm>. Acesso em: 15 setembro 2019.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Panorama do Saneamento Rural no Brasil**. 2018. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/panorama-do-saneamento-rural-no-brasil>. Acesso em: 31 agosto 2019.

JUNK, W. J.; BAYLEY, P. B.; SPARKS, R. E. **The flood pulse concept in river floodplain systems**. 1989. Special Publication of the Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 106: p. 110–127.

LAURA, V. A.; ALVES, F. V.; ALMEIDA, R. G. **Sistemas agroflorestais: a agropecuária sustentável**. Brasília: Embrapa, 2015. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/120048/1/Sistemas-Agroflorestais-livro-em-baixa.pdf>. Acesso em: 28 agosto 2019.

MEIRA, A. C. H. *et al.* **Capacitação de Multiplicadores para plantio de água**. 1 ed. *Alegre*: Projeto Plantadores de Água. 2013.

PALUDO, R.; COSTABEBER, J. A. Sistemas agroflorestais como estratégia de desenvolvimento rural em diferentes biomas brasileiros. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 7, n. 2, p. 63–76, 2012.

SILVEIRA, M. M. *et al.* Núcleo de educação do campo e agroecologia (ECOIA): uma construção plural e coletiva. **Cadernos de Agroecologia**, v. 12, n. 1, p. 1–16, 2017.

VERDEJO, M. E. **Guia prático: Diagnóstico Rural Participativo**. Brasília: MDA/Secretaria da Agricultura Familiar, 2006.

ZANELLI, F.; SILVA, L. Intercâmbios agroecológicos: processos e práticas de construção da agroecologia e da educação do campo na zona da mata mineira. **Perspectiva**, v. 35, n. 2, p. 638–657, 2017.

# CAPÍTULO 24

## PALMEIRA JUÇARA: HISTÓRICO E SUSTENTABILIDADE NA MATA ATLÂNTICA

José Olívio Lopes Vieira Junior, Renata Cunha Pereira, Gérson Adriano Silva e Gabriella Almeida Nogueira Linhares

### Introdução

As palmeiras são plantas típicas das florestas tropicais e possuem elevada abundância e diversidade de espécies nestes ecossistemas. São listados 183 gêneros e aproximadamente 2.600 espécies (TOMLINSON, 2006; DRANSFIELD *et al.*, 2008). No Brasil as palmeiras possuem ocorrência em todos os biomas e *Euterpe edulis* Martius apresenta ocorrência predominante em florestas ombrófilas e ciliares, situadas especialmente sob domínio fitogeográfico de Mata Atlântica (LORENZI, 2010; GARCIA *et al.*, 2019). *Euterpe edulis* é conhecida popularmente como palmeira juçara ou palmito-juçara, mas em algumas regiões é conhecida também por içara, ensarova, palmitero, ripa, ripeira, palmito-doce e palmitero-doce (LORENZI, 2000).

*Euterpe edulis* é uma das espécies de destaque devido sua importância ambiental, social e econômica (CURSI, CICERO, 2014; SCHULZ *et al.*, 2016). No Brasil a espécie ocorre em Cerrado e Mata Atlântica. Há registros desta espécie nos estados do Nordeste: Alagoas, Bahia, Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Sergipe; Centro-Oeste: Distrito Federal e Goiás; Sul: Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e principalmente na região Sudeste, nos estados do Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo (LEITMAN *et al.*, 2012; 2015; CNCFLORA, 2017).

Desde a década de 60 o palmito foi o principal produto comercialmente explorado da palmeira juçara devido a sua qualidade e sabor superiores em comparação com outras espécies do gênero *Euterpe* (REIS *et al.*, 2002; BORGES *et al.*, 2013). Do plantio até estágio de corte da juçara para retirada do palmito demora um período entre cinco a oito anos e sua extração resulta na morte da planta, já que esta não se regenera (LORENZI, 2002).

A intensa exploração do palmito, associada ao desmatamento da Mata Atlântica resultou em um declínio populacional da juçara (SHIMIZU *et al.*, 2011; RODRIGUES *et al.*, 2017) e colocou a espécie *E. edulis* na Lista Vermelha das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção (MMA, 2008) o que tornou ilegal sua extração (FRAVETO *et al.*, 2010; NOVELLO *et al.*, 2018).

*Euterpe edulis* é uma espécie com enorme potencial para se explorar além dos da retirada do palmito (RIBEIRO *et al.*, 2011; PALUDO *et al.*, 2012) e iniciativas para fortalecer a exploração sustentável dos frutos e dos subprodutos da palmeira juçara vêm sendo desenvolvidas no Brasil (REIS, 2012; TIBÉRIO *et al.*, 2012; ZAMBONIM, 2016). Além de promover a preservação da espécie *E. edulis* na Mata Atlântica, a exploração dos frutos da juçara e seus subprodutos é uma importante

fonte de renda para os agricultores familiares (SHELEF *et al.*, 2017; GARCIA *et al.*, 2019).

O fruto da palmeira juçara fornece uma polpa que é consumida como alimento e é considerado dos mais nutritivos da Floresta Atlântica, com diversos benefícios para saúde humana (FELZENSZWAJ, *et al.*, 2013; SILVA *et al.*, 2013). A produção ao ano é de aproximadamente nove quilos de frutos por planta, com estimativa de produtividade anual de 2,5 toneladas de frutos por hectare (GUIMARÃES, SOUZA, 2017). Além da polpa, uma grande quantidade de sementes é produzida, as quais podem ser utilizadas para o artesanato, produção de substratos, recomposição da espécie e repovoamento em áreas onde já foi extinta ou encontra-se em extinção (COSTA *et al.*, 2008).

O objetivo deste capítulo é apresentar um breve histórico da exploração da palmeira juçara na Mata Atlântica, as principais características botânicas, seus usos e importância econômica, especialmente para os agricultores familiares. Buscamos destacar a importância do extrativismo sustentável desta espécie para a garantir a sobrevivência e manutenção de *E. edulis* na Mata Atlântica.

## Desenvolvimento

### *Características botânicas*

*Euterpe edulis* Mart. é classificada de acordo com Henderson e Galeano (1996) na divisão das angiospermas Magnoliophyta (=Angiospermae), classe Liliopsida (=Monocotyledoneae), subclasse Arecidae (=Espadiciflorae), super-ordem Arecanae, ordem Arecales (=Principes), família Arecaceae (=Palmae), subfamília Arecoideae, gênero *Euterpe*.

É uma planta esciófita, perenifólia, ombrófila, mesófila ou levemente hidrófila (SOUZA, GUIMARÃES, 2017). O sistema radicular é principalmente superficial, apresentando 58 % das raízes adventícias concentradas na camada do solo de 0–20 cm de profundidade. Esta camada superior do solo caracteriza-se por apresentar raízes finas, cuja função é a absorção de água e nutrientes (HENDERSON, 2006). Plantas de *E. edulis* apresentam estipe reto, cilíndrico, delgado e não é estolonífera, isto é, não perfilha e não rebrota, como acontece com o açaí (*Euterpe oleracea* Martius), o que acarreta a morte da planta após a extração do palmito. Dessa forma, é dependente de sementes para a reprodução (LORENZI, 2002). Quando adulta, a planta pode atingir 10 a 20 m de altura e 8 a 20 cm de diâmetro à altura do peito (MEDEIROS-COSTA, 2003).

As folhas são alternas, pinadas, arqueadas, em número de oito a 15 contemporâneas, com cerca de 2,0 a 2,5 m de comprimento e pecíolo de até 54 cm de comprimento. As pinas são longas e estreitas e distribuídas em um mesmo plano ao longo da raque a intervalos irregulares (LORENZI *et al.*, 2010; BOURSCHEID *et al.*, 2011; SOARES *et al.*, 2014).

*Euterpe edulis* é uma espécie monóica, dotadas de flores unissexuadas, com duas flores masculinas e uma feminina no mesmo indivíduo. A planta apresenta inflorescência em forma de panícula composta por ráquias, cuja função é de sustentação das flores (MANTOVANI, MORELLATO, 2000; LORENZI *et al.*, 2010). As flores masculinas apresentam cálice de três sépalas imbricadas, corola com três pétalas imbricadas e androceu dotados de seis anteras. O néctar fica concentrado no centro da flor, próximo ao gineceu rudimentar e das glândulas nectaríferas. As flores femininas possuem tamanho menor e são compostas por três sépalas e três pétalas imbricadas, três estigmas

e ovário tricarpelar com um óvulo. O nectário situa-se na base e ao redor dos estigmas (REITZ *et al.*, 1988; DORNELES *et al.*, 2013).

O período de floração é caracterizado por uma protandria acentuada, com abertura das flores femininas iniciada após sete dias da finalização da floração masculina e tem uma durabilidade de quatro a seis dias. Assim, essa espécie, em geral, é alógama, porém em alguns casos a maturação das flores pode coincidir o que a torna autocompatível (MANTOVANI, MORELLATO, 2000). A floração da palmeira juçara ocorre no final do período seco ou de menor precipitação e é finalizada no período chuvoso e geralmente apresenta maior pico em novembro (GARCIA, BARBEDO, 2016).

O palmitero apresenta frutificação abundante, com infrutescências compostas por até 4.500 frutos. O período de frutificação varia de acordo com a região. Em estados do sul do país a frutificação ocorre de maio a outubro, enquanto nos estados do Sudeste o este período ocorre de abril a novembro (LORENZI, 2002). Reis (1995) estimou que em uma floresta primária no município de Blumenau, Santa Catarina, a quantidade de frutos/infrutescência foi de 3.313 e obteve produtividade de 227.768 frutos/ha no ano de 1992. Uma planta pode produzir o equivalente a dois cachos por ano e cada cacho apresenta um rendimento de aproximadamente 4,6 kg de frutos e 3,4 L de polpa (SOUZA, GUIMARÃES, 2017).

Os frutos são drupáceos, esféricos e adquirem uma coloração preto-violácea quando maduros (SCHULZ *et al.*, 2017). Devido à presença de antocianinas, pigmentos naturais com ação antioxidante contra radicais livres, além de um mesocarpo carnoso muito fino, unisseminado, com embrião lateral e albume abundante e homogêneo (MANTOVANI, MORELLATO, 2000; PEREIRA *et al.*, 2016). Aproximadamente, os frutos contêm 1,0 cm de diâmetro e massa de 1,0 g, dos quais 90 % da corresponde à sua única semente (QUEIROZ, 2000; SCHULZ *et al.*, 2017). Todavia, algumas variações são encontradas em tais características, como no trabalho de Pereira *et al.* (2016), que obtiveram valores, em média, de 1,56 cm de comprimento, 1,50 cm de diâmetro e massa fresca de 2,41 g.

A formação de frutos é influenciada diretamente por fatores abióticos ou indiretamente por fatores bióticos. Os fatores abióticos podem ser citados como a disponibilidade de pólen e condições ambientais. Já os bióticos, atividade dos polinizadores, dispersores ou predadores de sementes (MANTOVANI, MORELLATO, 2000).

A polinização desta espécie ocorre predominantemente por uma diversidade de insetos (entomofilia), porém o modo de polinização por meio do vento (anemofilia) pode exercer influência nessa etapa (MANTOVANI, MORELLATO, 2000). Dorneles *et al.* (2013) identificaram polinizadores das flores do palmitero no estado de Santa Catarina. Os insetos que visitaram as inflorescências da *E. edulis* no local e período de estudo pertencem às ordens Hymenoptera (abelhas, vespas e formigas), Diptera (moscas e mosquitos), Coleoptera (besouros) e Lepidoptera (borboletas). As espécies iniciaram a visitação após a antese em ambas as flores, principalmente nas horas mais quentes do dia (9h às 15h).

A dispersão dos frutos e sementes pode ser realizada artificialmente, pelo humano, ou naturalmente por animais, vento e gravidade. Todavia, as aves se destacam nesse processo devido a diversidade de espécies, maior requisição por frutos em sua alimentação, capacidade de deslocamento e ocupação de outras regiões (JORDANO *et al.*, 2007). Silva *et al.* (2017) registraram 12 aves e cinco mamíferos interagindo com a

palmeira *E. edulis*, seja despolpando, carregando ou engolindo os frutos. As espécies de aves do gênero *Turdus* e pequenos roedores foram os grupos que mais interagiram com os frutos da palmeira na área de estudo. A espécie *Turdus albicollis* (sabiá) foi considerada a mais importante em relação ao consumo e dispersão das sementes de *E. edulis*. Dados similares foram obtidos no levantamento realizado por Cazassa *et al.* (2016), os quais identificaram a família Turdidae com maior interação com a palmeira. Estes trabalhos demonstram a importância da interação envolvendo a fauna e o palmitero para a sobrevivência e a manutenção das populações naturais da palmeira juçara (REIS, KAGEYAMA, 2000).

A propagação da juçara ocorre exclusivamente por sementes e estas são classificadas como recalcitrantes pois perdem a viabilidade germinativa com facilidade, e são sensíveis ao dessecamento e ao armazenamento à baixas temperaturas (ANDRADE, PEREIRA, 1997). Entretanto, as sementes recém-coletadas apresentam taxas altas de germinação e vigor (CARVALHO, 2003) o que reforça a importância da dispersão das sementes por zoocoria. Em condições naturais de sub-bosque, as sementes que são dispersadas formam um banco de plântulas denso que iniciam o crescimento quando surgem condições favoráveis de luminosidade (PAULILO, 2000).

#### *Histórico de exploração da palmeira juçara na Mata Atlântica*

A palmeira juçara representava um símbolo sagrado na cosmovisão Guarani Mbya na Mata Atlântica. Era fonte de alimento, utilizada para fins medicinais e ainda fornecia matéria prima para construção de casas (LADEIRA, 2007). Historicamente a extração do palmito foi o principal produto fornecido pela juçara durante centenas de anos (REIS *et al.*, 2002). Na década de 1930 iniciou a exploração da espécie para produção industrial. No ano de 1950, fábricas de conserva do palmito da juçara se estabeleceram nas regiões litorâneas para explorar *E. edulis* na Mata Atlântica (ROCHA, 2015), mas a partir de 1970 a produção aumentou consideravelmente. Em algumas regiões o corte de árvores de juçara era tão alto que o tempo de regeneração da espécie não era suficiente para atender a demanda das empresas pela matéria prima. Como consequência, muitas indústrias se transferiram para a região norte do Brasil com objetivo de explorar o palmito *Euterpe oleraceae* (REIS *et al.*, 2002).

A partir de 1993 os planos de manejo foram implementados. Até antes desta data, a estimativa era de quatro mil toneladas anuais do palmito de juçara consumidos, o que correspondia a uma área de aproximadamente 27 mil hectares de área total de corte anual. O volume que era comercializado apenas no Estado de São Paulo era estimado em mais de 600 toneladas por ano, o que representa o corte de uma área entre quatro e vinte e quatro mil hectares. A Resolução SMA 16 de 21 de junho de 1994 estabeleceu normas para a exploração da espécie no estado e a Resolução 52 dispõe normas para a extração seletiva de plantas nativas que pode ser aplicada a coleta dos frutos destinados à exploração da polpa de juçara (REIS *et al.*, 2002).

A espécie *E. edulis* se encontra extinta em algumas regiões do Brasil, ou com as subpopulações reduzidas. Foi considerada no ano de 2002 "em perigo" (EN) na lista vermelha da flora do Rio Grande do Sul (CONSEMA-RS, 2002) e considerada "vulnerável" (VU) na lista vermelha da flora de Minas Gerais (COPAM-MG, 1997), de São Paulo (SMA-SP, 2004) e Espírito Santo (SIMONELLI, FRAGA, 2007). Em 2008, a palmeira juçara entrou

na lista vermelha da flora do Brasil e foi considerada uma espécie ameaçada de extinção, ficando proibida a exploração de seu palmito em áreas nativas (BRASIL, 2008).

Até o ano de 2010 nos remanescentes de Mata Atlântica a ocorrência da palmeira juçara era de 8,50 % na Bahia, 10,36 % no Espírito Santo, 18,38 % no Rio de Janeiro, 14,41 % em São Paulo, 10,04 % em Minas Gerais, 9,97 % no Paraná e 7,46 % no Rio Grande do Sul (SOS Mata Atlântica, 2011). Os riscos de extinção da palmeira juçara é um reflexo das condições ambientais da Mata Atlântica. Com a fragmentação do bioma ocorreram o desaparecimento de espécies de aves frugívoras e a consequência disto foi a redução da diversidade genética da palmeira nos últimos anos (CARVALHO *et al.*, 2016).

No ano de 2014 foi editada no estado de São Paulo a resolução da SMA Nº 14 de 2014 que estabelece critérios e procedimentos para plantio, coleta e exploração sustentável de espécies nativas do Brasil. A palmeira *E. edulis* foi a primeira espécie a ser contemplada com regras específicas (Res. SMA 14/2014 - anexo I e II) que regulamentam o uso de sementes, preparo de mudas, plantio e extração do palmito e uso de frutos.

Estudos apontam a exploração do fruto da juçara como alternativa mais sustentável do ponto de vista ambiental e mais rentável economicamente que a exploração do palmito (BARROSO *et al.*, 2010; COATI, 2013). De acordo com o novo código florestal brasileiro é permitido explorar de forma sustentável áreas de preservação permanente e reservas legais (Lei 12.651, de 25 de maio de 2012), o que favorece a extração sustentável dos frutos da palmeira juçara. Atualmente em diversas regiões a polpa da palmeira juçara é produzida por meio da agricultura familiar de base agroecológica e visa a atender aos mercados locais e feiras (MARTINS, 2015).

#### *Exploração sustentável*

O bioma Mata Atlântica abriga uma das maiores diversidades biológicas do mundo, mas devido as ações antrópicas apenas 12 % de sua cobertura original é existente na forma de fragmentos florestais (RIBEIRO *et al.*, 2009). Com a fragmentação das florestas e redução de polinizadores, houve uma enorme perda de variabilidade genética de espécies nativas como *E. edulis* (CARVALHO *et al.*, 2016), espécie-chave deste ecossistema (FANTINI *et al.*, 2001).

A extração do palmito foi considerada por muitos anos como principal meio de exploração da juçara. Porém, a extração da estirpe ocasiona a morte da planta já que a juçara tem um único estipe, não perfilha e não rebrota, como acontece com o açaí (*Euterpe oleracea*) (COLETTI e VERRUMA-BERNARDI, 2015), o que levou a espécie a ser listada como ameaçada de extinção (MMA, 2008; MOREIRA, 2013; ANDRADE, 2015). Por esta razão diversas iniciativas para fortalecer a exploração sustentável dos frutos e dos subprodutos da palmeira juçara e para promover sua preservação vêm sendo desenvolvidas no Brasil.

Uma forma de reduzir a exploração predatória da juçara é a realização de plantios comerciais e a adoção de planos de manejo para extração do palmito e de frutos para produção da polpa. No plano de manejo da área de proteção ambiental, APA de Cairuçu, Paraty, foi proposto a recuperação da população de *E. edulis* e o incentivo ao seu manejo sustentável dentro e fora dos limites do Parque Nacional. Foram articuladas ações conjuntas com Horto Municipal e Secretaria Municipal de Educação nas ilhas do Araújo e Algodão para viabilizar a recomposição das populações da juçara (ICMBIO, 2004).

O Plano de Manejo do Parque Estadual da Serra do Mar, de 2006, definiu como ação estratégica para os programas de proteção, patrimônio natural e interação socioambiental, a recuperação das populações da palmeira juçara e o desenvolvimento de alternativas para seu manejo sustentável na área sob domínio do Parque (Secretaria do Meio Ambiente - Fundação Florestal, 2007).

O Instituto de Permacultura e Ecovilas da Mata Atlântica (IPEMA) realiza desde o ano de 2010 o Projeto Juçara com as comunidades tradicionais caiçaras, quilombolas e indígena de Ubatuba, São Paulo e de Paraty, Rio de Janeiro. Este projeto possibilitou promover diversas ações no sentido de divulgar e expandir a utilização dos frutos da palmeira juçara para utilização na culinária e fortaleceu a agricultura familiar. O projeto promoveu a revitalização do viveiro no Quilombo do Campinho, em Paraty, onde foram produzidas mais de 50 mil mudas de juçara. Outro resultado importante são as Festas da Juçara, organizadas pelas comunidades locais, que vai para sua sétima edição no ano de 2010. A palmeira juçara é cultivada livre de agrotóxicos e seu consumo consciente beneficia não só o reflorestamento da palmeira, mas a reversão do seu risco de extinção na região (IPEMA BRASIL, 2013).

A extração da polpa dos frutos de *E. edulis* é apontada como principal estratégia de conservação da espécie (PALUDO *et al.*, 2012). A exploração sustentável de plantas nativas como parte da produção local de alimentos favorece o processo de preservação da biodiversidade ao promover a recuperação e manutenção das florestas, corredores ecológicos e matas ciliares. Como consequência, favorece a abundância da fauna polinizadora e dispersora de espécies florestais (SHELEF *et al.*, 2017).

O trabalho de Martins (2015) com agricultores rurais no Rio Grande do Sul demonstrou que além da extração dos frutos da juçara contribuir para a sustentabilidade de *E. edulis* na Mata Atlântica, a produção da polpa da juçara fortalece a presença de formas artesanais e locais de produção. Além disto, este alimento contribuiu para a garantia da Segurança Alimentar e Nutricional dos agricultores e possui grande importância econômica para a agricultura familiar da região (BIAZOTTO *et al.*, 2019; GARCIA *et al.*, 2019).

O consumo do açaí do Norte (*Euterpe oleracea*) serviu como norteador para o consumo da polpa do fruto da palmeira juçara na região sudeste, uma vez que ambos os frutos apresentam sabor e propriedades nutricionais semelhantes (OLIVEIRA *et al.*, 2000). A crescente exploração dos frutos da de *E. edulis* na Mata Atlântica fez com que estudos fossem desenvolvidos para iniciar o processo de domesticação da espécie e selecionar de genótipos promissores para oferecer polpa dos frutos da palmeira juçara que satisfaçam as necessidades do mercado consumidor (CLEMENT, 2001).

O consumo da polpa da juçara vem crescendo ao longo dos anos e a exploração dos frutos para alimentação, além de ser sustentável, é mais lucrativa que a extração do seu palmito (MAC FADDEN, 2005). Após ser feita a despolpa dos frutos sobram ainda as sementes que podem ser comercializadas (RODRIGUES *et al.*, 2012) e utilizadas para o repovoamento de áreas onde as palmeiras já foram extintas (IDAF, 2013). Estas alternativas de uso da juçara além de promover sua preservação garantem uma melhor renda para agricultores familiares (MAC FADDEN, 2005; SILVA FILHO, 2005; GARCIA *et al.*, 2019).

### *Principais usos da palmeira juçara*

O uso da juçara é bastante diversificado. *Euterpe edulis* é considerado o segundo maior produto não madeirável mais explorado da Mata Atlântica (ANDRADE *et al.*, 2012). Além do consumo do palmito se utiliza o fruto para a alimentação humana, o qual apresenta inúmeras propriedades nutricionais e funções medicinais (CARDOSO *et al.*, 2018). Todos os subprodutos da juçara podem ser utilizados para produção de substratos. As folhas, inflorescências e sementes podem ser utilizadas na confecção de artesanato e para fins cosméticos (SILVA *et al.*, 2014; GARCIA *et al.*, 2019).

Para aplicação comercial dos frutos da juçara é realizado um processo de maceração em água em um aparelho de despulpagem onde o epicarpo e o mesocarpo são separados das sementes (VIEIRA *et al.*, 2017). Através deste processo obtém-se uma polpa espessa (que alguns conhecem por juçaí, o primo do açaí). Essa polpa é comercializada principalmente congelada. Entretanto, devido às altas concentrações de antocianina, compostos fenólico e alto poder antioxidante, a polpa da juçara é um ingrediente importante para o desenvolvimento de novos produtos (SCHULZ *et al.*, 2016). A juçara é utilizada no preparo de suco, licor, sorvete, na fermentação de bactérias probióticas e outros produtos ricos em antocianinas (GUERGOLETTTO *et al.*, 2017; VIEIRA *et al.*, 2017). A incorporação deste ingrediente promove melhorias nas propriedades nutricionais dos produtos (GERALDI *et al.*, 2018). Além disso, devido a seu baixo teor de sólidos solúveis possui um sabor neutro, o que possibilita a combinação da polpa de juçara com outras frutas podendo aumentar sua aceitação sensorial (SCHULZ *et al.*, 2016; RIBEIRO *et al.*, 2019).

A polpa de juçara é similar ao açaí da Amazônia (*Euterpe oleracea* e *Euterpe* palmeiras) embora as características nutricionais da sejam superiores (SCHULZ *et al.*, 2016). O consumo de 200 gramas de polpa da juçara é capaz de suprir a necessidade diária de uma pessoa, principalmente em relação aos minerais: magnésio, cobre, zinco, ferro, manganês e molibdênio. É considerado um alimento funcional rico em antocianinas, cujo teor é quatro vezes maior do que na polpa de açaí (GERALDI *et al.*, 2014; SIQUEIRA *et al.*, 2018).

Também é rica em carboidratos, possui alto teor de lipídios poli-insaturados, ácidos graxos essenciais como ômega 6 e ômega 9 e vitamina B12 (SILVA *et al.*, 2013). Possui propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias, tem efeito antienvhecimento e pode contribuir para amenizar distúrbios metabólicos como a diabetes tipo 2 (PORTINHO *et al.*, 2012; CARDOSO *et al.*, 2015). A polpa dos frutos da juçara é ainda promissora para a redução do risco de doenças neurodegenerativas (SCHULZ *et al.*, 2019), promove benefícios nas mucosas do trato intestinal (GUERGOLETTTO *et al.*, 2016) e possui efeito cardioprotetor (ROCHA, 2015).

A produção industrial de polpa de frutas juçara gera resíduos e efluentes sólidos (casca) que geralmente são descartados (RIBEIRO *et al.*, 2018). Entretanto, Garcia *et al.* (2019) sugerem que estes resíduos podem ser usados para produzir alimentos de alto valor agregado como corantes e conservantes.

### *Importância econômica da polpa da juçara*

A polpa dos frutos é popularmente conhecida como açaí-da-juçara, açaí-do-sul ou juçaí pois apresenta propriedades organolépticas e composição nutricional similares aos frutos do açaizeiro (SILVA, BARRETO, SERÓDIO, 2004; SILVA DIAS *et al.*, 2016). Em 2017, a produção nacional foi de 219.885 toneladas, volume 2,0 % acima do registrado em 2016, sendo os estados do Pará, Amazonas, Maranhão, Acre e Rondônia os principais produtores. O mercado nacional absorve a maior parte da produção, o restante é exportado para os Estados Unidos, Japão, Austrália e Países Baixos (CONAB, 2019).

A demanda crescente pelo açaí vem provocando a escassez do fruto e a elevação dos preços ao consumidor. Isso ocasiona a exploração intensificada nas áreas de produção e proporciona um ambiente favorável ao consumo da polpa, principalmente no período da entressafra na região sudeste do Brasil durante os meses de janeiro a junho (ANDRADE, 2015)

Em um hectare de floresta natural é possível extrair aproximadamente 885 quilos de frutos por ano (GUIMARÃES *et al.*, 2015). Já em cultivo comercial há projeção de produção acima de 20 toneladas de frutos/hectare em plantio de 8 anos de idade, implantado em espaçamento 2 x 1 m (5.000 plantas/hectare) (MOREIRA, 2013).

O valor da polpa de juçara vem crescendo ao longo dos anos. Em 2000 o custo de um quilo de polpa era R\$ 0,41 e em 2012 o valor subiu para R\$ 1,69 (ANDRADE *et al.*, 2014). Atualmente o custo é influenciado pela capacidade de produção e o histórico de consumo da região. Nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Rio Grande do Sul e Santa Catarina um quilo de fruto tem sido comercializado por R\$ 3,06 (CONAB, 2019), enquanto o custo pela mesma quantidade de polpa é cinco vezes maior (SOUZA PEREIRA *et al.*, 2017). Com o advento das mídias digitais ampliou-se a possibilidade de comercialização de polpas, de forma que os preços encontrados nesses locais podem sofrer variações acima de 400 %. Os dados de produção de frutos e da polpa da juçara ainda não são levantados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), consequentemente não existem informações oficiais (PEREIRA *et al.*, 2017).

O estado de Santa Catarina é o maior produtor de polpa no Brasil, com produção estimada acima de 50 % do total de polpa produzida no país. No geral, a comercialização da polpa da juçara é pequena em comparação com a polpa de açaí, no entanto, o potencial de mercado é enorme. Estudos demonstram viabilidade econômica para projetos de manejo extrativistas e de lavouras implantadas, aliado a isso, a incorporação da política do preço mínimo pela portaria nº 14, de 3 de janeiro de 2018 que estabeleceu preço do quilo de frutos da palmeira juçara a R\$ 2,57, pode ter reflexos positivos na cadeia produtiva de frutos e polpas da juçara (ANDRADE, 2015; PALMEIRO *et al.*, 2017; MAPA, 2018).

Existem alguns obstáculos a serem superados para que a produção da polpa da juçara alcance o mesmo *status* do açaí da Amazônia. Dentre os principais desafios, podemos citar a baixa disponibilidade do fruto causado pelo desmatamento, a sazonalidade da espécie, a falta de padronização da para a produção da polpa, formação de grupos de produtores de juçara e cooperativas e concentrar mais o foco das pesquisas com a espécie *E. edulis* (PEREIRA *et al.*, 2017).

## Considerações finais

O palmito juçara embora seja um alimento saboroso e apreciado pela culinária nacional e internacional, sua extração causa a morte da planta e conseqüentemente tem provocado o risco de extinção da espécie. O histórico de extração em larga escala do palmito ao longo de muitos anos na Mata Atlântica é a principal razão para *E. edulis* estar presente na lista vermelha de espécies ameaçadas em diversas regiões do bioma.

A juçara é considerada uma espécie chave na floresta atlântica pois está diretamente ligada à manutenção da biodiversidade. Sua redução populacional compromete a sobrevivência de inúmeras espécies da fauna e o equilíbrio do ecossistema. As flores da juçara fornecem pólen e néctar para muitas abelhas nativas e os frutos e sementes servem de alimento para dezenas de espécies de aves e mamíferos, os quais são os principais responsáveis por sua dispersão.

A exploração sustentável da juçara é uma alternativa viável para a preservação da espécie e da Mata Atlântica. Atividades como a extração da polpa dos frutos, o artesanato com sementes e ráquis, podem se tornar uma fonte de renda para agricultores familiares. Além disso, o suco de juçara é um alimento que possui alto valor nutricional capaz de assegurar a soberania alimentar de comunidades rurais.

Apesar da exploração sustentável da juçara ser considerada uma estratégia promissora para a preservação da espécie, a atividade ainda é pouca conhecida, embora existam relatos de experiências com sucesso em alguns estados do Sul e Sudeste. No entanto, ainda existem muitos desafios a serem superados para consolidar a exploração sustentável da palmeira *E. edulis*.

## Referências

ANDRADE, A. C. S.; PEREIRA, T. S. Comportamento de armazenamento de sementes de palmito (*Euterpe edulis* Mart.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 10, p. 987–991, 1997.

ANDRADE, J. C. P. **Manejo florestal no estado do Espírito Santo: o cultivo da palmeira Juçara (*Euterpe edulis*) como alternativa econômica e ambiental.** Concurso de Monografia - III Prêmio Serviço Florestal Brasileiro em Estudos de Economia e Mercado Florestal. Categoria profissional. MMA – Ministério do Meio Ambiente. 2015.

BORGES, G. D. S. C. *et al.* Protective effect of *Euterpe edulis* M. on Vero cell culture and antioxidant evaluation based on phenolic composition using HPLC–ESI-MS/MS. **Food research international**, v. 51, n. 1, 363–369, 2013.

BOURSCHEID, K. *et al.* *Eugenia uniflora*, Pitangueira. *In*: CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS A. (eds.), **Espécies Nativas da Flora Brasileira de Valor Econômico Atual ou Potencial: Plantas Para O Futuro da Região Sul.** Ministério do Meio Ambiente, Brasília, Brasil, p.170–177, 2011.

CARDOSO, A. *et al.* An Update on the Biological Activities of *Euterpe edulis* (Juçara). **Planta Medica**, v. 84, n. 8, p. 487–499, 2018.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Colombo: Embrapa Florestas, 2003.

CAZASSA, R. S. *et al.* Aves como potenciais dispersoras de sementes de *Euterpe edulis* (Arecaceae) em um fragmento de Mata Atlântica em Piedade de Caratinga, Minas Gerais. **Revista de Ciências**, v. 7, n. 1, p. 95–109, 2016.

CEDRIM, P. C. A. S.; BARROS, E. M. A.; NASCIMENTO, T. G. Propriedades antioxidantes do açai (*Euterpe oleracea*) na síndrome metabólica. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, p. 1–7, 2018.

CLEMENT, C. R. **Melhoramento de espécies nativas**. *In*: NASS, L. L. *et al.* (eds.). Recursos genéticos & melhoramento - plantas. Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Mato Grosso - Fundação MT, Rondonópolis, 2001. p. 423–441

CENTRO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DA FLORA - **CNCFLORA - (2017)**. Disponível em: <http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Rudgeajasmnoidessubsp.nervosa>. Acesso em: 23 novembro 2019.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Boletim da Sociobiodiversidade**. Brasília. 2019.

COSTA, E. A. D. *et al.* Produção de polpa e sementes de palmeira juçara: alternativa de renda para a mata atlântica. **Tecnologia & Inovação Agropecuária**, p. 61–66, 2008.

CURSI, P. R.; CICERO, S. M. Fruit processing and the physiological quality of *Euterpe edulis* Martius seeds. **Journal of Seed Science**, v. 36, n. 2, p. 134–142, 2014.

DE SOUZA PEREIRA, D. C. *et al.* **Frutos da palmeira-juçara: contextualização, tecnologia e processamento**. Instituto Federal Sudeste de Minas Gerais, Rio Pomba. 2017.

DORNELES, L. L. *et al.* Biologia da polinização de *Euterpe edulis* Martius (Arecaceae) e associação com abelhas sociais (Apidae: Apini) no sistema agroflorestral na Ilha de Santa Catarina. **Iheringia**, Série Botânica, v. 68, n. 1, p. 47–57, 2013.

FANTINI, A. C.; GURIES, R. P. Forest structure and productivity of palmitero (*Euterpe edulis* Martius) in the Brazilian Mata Atlântica. **Forest Ecology and Management**, v. 242, n. 2-3, p. 185–194, 2007.

FAVRETO, R.; MELLO, R. S. P.; BAPTISTA, L. R. M. Growth of *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae) under forest and agroforestry in southern Brazil. **Agroforestry systems**, v. 80, n. 2, p. 303–313, 2010.

FELZENSZWALB, I. *et al.* Toxicological evaluation of *Euterpe edulis*: a potential superfruit to be considered. **Food and chemical toxicology**, v. 58, p. 536–544, 2013.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica período 2008 - 2010**. São Paulo: SOS Mata Atlântica; INPE, 2008.

GARCIA, J. A. A. *et al.* Chemical composition and biological activities of Juçara (*Euterpe edulis* Martius) fruit by-products, a promising underexploited source of high-added value compounds. **Journal of Functional Foods**, v. 55, p. 325–332, 2019.

GARCIA, V. A.; BARBEDO, C. J. Estudo fenológico de *Bactris gasipaes* Kunth, *Euterpe edulis* Mart. e *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman no Vale do Ribeira, SP, Brasil. **Hoehnea**, v. 43, n. 1, p. 135–149, 2016.

GERALDI, M. V. *et al.* Development of Yoghurt with Juçara Pulp (*Euterpe edulis* M.) and the Probiotic Lactobacillus Acidophilus La 5. **Probiotics and Antimicrobial Proteins**, v. 10, p. 71–76, 2018.

GUERGOLETTI, K. B. *et al.* *In vitro* fermentation of juçara pulp (*Euterpe edulis*) by human colonic microbiota. **Food chemistry**, v. 196, p. 251–258, 2016.

GUIMARÃES, L. A. O. P.; SOUZA, R. G. Palmeira juçara: patrimônio natural da Mata Atlântica no Espírito Santo. **INCAPER**, 2017.

HENDERSON, A.; GALEANO, G. Euterpe, Prestoea, and Neonicholsonia (Palmae: Euterpeinae): **Flora Neotropica**. New York: New York Botanical Garden. v. 72, p. 1–90, 1996.

HENDERSON, F. M. Morphology and anatomy of palm seedlings. **The Botanical Review**, v. 72, n. 4, p. 273–329, 2006.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE – ICMBIO. Plano de manejo da área de proteção ambiental de Cairuçu, Paraty (RJ), 2004. IPEMA BRASIL, **Programa Juçara**. Disponível em: <http://ipemabrasil.org.br/projetos/>. Acesso em: 28 novembro 2019.

JORDANO, P. *et al.* Differential contribution of frugivores to complex seed dispersal patterns. **PNAS**, v. 104, n. 9, p. 3278–3282, 2007.

LADEIRA, M. I. **O caminhar sob a luz: território mbya à beira do oceano**. Unesp, 2007.

LEITMAN, P. *et al.* **Arecaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2015. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB15712>. Acesso em: 24 novembro 2019.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil [Brazilian Trees: manual for identification and cultivation of native tree plants in Brazil]. **Nova Odessa: Editora Plantarum (in portuguese)**, 2000.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 4 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002.

LORENZI, H. Brazilian trees. **Instituto plantarum de estudos da flora**, 2002.

LORENZI, H. *et al.* Flora brasileira Arecaceae (Palmeiras). 1 ed. **Nova Odessa: Instituto Plantarum**, 2010.

MANTOVANI, A.; MORELLATO, P. Fenologia da floração, frutificação, mudança foliar e aspectos da biologia floral. *In*: REIS, A.; REIS, M. S. *Euterpe edulis* Martius: biologia, conservação e manejo sustentado. **Sellowia**, Itajaí, 2000. p. 23–38.

MARTINS, J. S. **Segurança Alimentar e Inclusão Socioprodutiva: debate sobre a qualidade da polpa de açaí Juçara (*Euterpe edulis*) produzida por empreendimentos familiares rurais participantes da Rede Juçara no Rio Grande do Sul**. 2015.

MEDEIROS-COSTA, J. T. Flora Fanerogâmica da Ilha do Cardoso (SP, Brasil): Arecaceae (Palmae). *In*: MELO, M. M. R. F. *et al.* **Flora Fanerogâmica da Ilha do Cardoso**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2003, p. 57–75.

MENEZES, E. M. S.; TORRES, A. T.; SRUR, A. U. S. Valor nutricional da polpa de açaí (*Euterpe oleracea* Mart) liofilizada. **Acta Amazônica**, v. 38, n. 2, p. 311–316, 2008.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. Reconhece a lista de espécies da flora brasileira ameaçada de extinção. **Instrução Normativa número 6**, de 23 de setembro de 2008.

MORAIS, C. A. *et al.* Jussara (*Euterpe edulis* Mart.) Supplementation during pregnancy and lactation modulates the gene and protein expression of inflammation biomarkers induced by trans-fatty acids in the colon of offspring. **Mediators Inflammation**, n. 987927, p.1–11, 2014.

MOREIRA, A. B. **Mensuração da palmeira juçara (*Euterpe edulis* Mart.) como subsídio para o manejo da produção de frutos**. Orientador: João Luís Ferreira Batista. 2013. 131 f. Dissertação (Mestrado em Ciências, Programa: Recursos Florestais, Opção em: Silvicultura e Manejo Florestal). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2013.

NOVELLO, M. *et al.* Genetic conservation of a threatened Neotropical palm through community-management of fruits in agroforests and second-growth forests. **Forest Ecology and Management**, v. 407, p. 200–209, 2018.

OYAMA, L. M. *et al.* Juçara Pulp Supplementation Improves Glucose Tolerance in Mice. **Diabetology & Metabolic Syndrome**, v. 8, p. 1-8, 2016.

PALMEIRO, M. P. S. *et al.* Viabilidade econômica da produção de polpa de *Euterpe edulis* Mart. em manejo extrativista na Mata Atlântica. **6º Simpósio de Gestão Ambiental e Biodiversidade**. p. 33–38, 2017.

PALUDO, G. F.; DA SILVA, J. Z.; DOS REIS, M. S. Estimativas de Produção de Frutos de Palmeiro (*Euterpe edulis* Mart.) a partir da Densidade de Indivíduos. **Biodiversidade Brasileira**, v. 2, n. 2, p. 92–102, 2012.

PAULILO, M. T. S. Ecofisiologia de plântulas e plantas jovens de *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae): Comportamento em relação à variação de radiação solar. **Sellowia**, v. 49, n. 52, p. 93–105, 2000.

PEREIRA, D. C. S. *et al.* **Frutos da palmeira-juçara: contextualização, tecnologia e processamento**. 1. ed. Rio Pomba: Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, 2017.

QUEIROZ, M. H. Biologia do fruto, da semente e da germinação do palmeiro (*Euterpe edulis* Martius). *In*: REIS, A.; REIS, M. S. *Euterpe edulis* Martius: biologia, conservação e manejo sustentado. **Sellowia**, Itajaí, p. 39–59, 2000.

REIS, A.; KAGEYAMA, P. Y. Dispersão de sementes de *Euterpe edulis* Martius -Palmae. *In*: REIS, A.; REIS, M. S. *Euterpe edulis* Martius: biologia, conservação e manejo sustentado. **Sellowia**, p. 60–92, 2000.

REIS, A. **Dispersão de sementes de *Euterpes edulis* Martius – (Palmae) em uma Floresta Densa Montana da Encosta Atlântica em Blumenau, SC**. Orientador: Paulo Yoshio Kageyama. 1995. 154 f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal). Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1995.

REIS, M. S. *et al.* O palmeiro (*Euterpe edulis* Martius) como recurso da Mata Atlântica. **Sustentável Mata Atlântica: a exploração de seus recursos florestais**. Editora SENAC São Paulo, 2002.

REITZ, R.; KLEIN, M.; REIS, A. **Projeto madeira do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Companhia Rio-grandense de Artes Gráficas, 1988.

RIBEIRO, L. O.; MENDES, M. F.; PEREIRA, C. S. S. Avaliação da composição centesimal, mineral e teor de antocianinas da polpa de juçará (*Euterpe edulis* Martius). **Revista Eletrônica TECCEN**, v. 4, n. 3, p. 5–16, 2011.

- RIBEIRO, M. C. *et al.* The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1141–1153, 2009.
- ROCHA, S. M. B. M. Benefícios funcionais do açaí na prevenção de doenças cardiovasculares. **Journal of Amazon Health Science**, v. 1, n. 1, p. 1–10, 2015.
- SCHULZ, M. *et al.* Neuroprotective effect of juçara (*Euterpe edulis* Martius) fruits extracts against glutamate-induced oxytosis in HT22 hippocampal cells. **Food Research International**, v. 120, p. 114–123, 2019.
- SCHULZ, M. *et al.* Bioaccessibility of Bioactive Compounds and Antioxidant Potential of Juçara Fruits (*Euterpe edulis* Martius) Subjected to *in vitro* Gastrointestinal Digestion. **Food Chemistry**, v. 228, p. 447–454, 2017.
- SCHULZ, M. *et al.* Juçara fruit (*Euterpe edulis* Mart.): Sustainable exploitation of a source of bioactive compounds. **Food Research International**, v. 89, p. 14–26, 2016.
- SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE - FUNDAÇÃO FLORESTAL. **Alternativas para o manejo sustentável da palmeira Juçara**, São Paulo, 2007
- SHIMIZU, M. M. *et al.* Enzyme characterisation, isolation and cDNA cloning of polyphenol oxidase in the hearts of palm of three commercially important species. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 49, n. 9, p. 970–977, 2011.
- SILVA, A. R. *et al.* Frugivoria e Dispersão de Sementes de *Euterpe edulis* Mart. (Arecacea) por Mamíferos e Aves Silvestres na Mata Atlântica do Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 18, n. 3, p. 138–158, 2017.
- SILVA, M. G. C. P. C.; BARRETTO, W. S.; SERÔDIO, M. H. Caracterização Química da Polpa dos Frutos de Juçara e de Açaí. *In*: XVIII CONGRESSO 70 BRASILEIRO DE FRUTICULTURA. Florianópolis, Santa Catarina, 22 a 26 de novembro de 2004. **Anais...** CD ROOM, Florianópolis, SC, 2004.
- SILVA, P. P. M. *et al.* Physical, chemical, and lipid composition of juçara (*Euterpe edulis* Mart.) pulp. **Brazilian Journal of Food and Nutrition**, v. 24, n. 1, p. 7–13, 2013.
- SOARES, K. P. *et al.* Palmeiras (Arecaceae) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Rodriguésia**, v. 65, p. 113–139, 2014.
- SOUZA, R. G.; GUIMARÃES, L. A. O. P. **Palmeira juçara: um recurso natural de grande valor**. *In*: GUIMARÃES, L. A. O. P.; SOUZA, R. G. Palmeira juçara: patrimônio natural da Mata Atlântica no Espírito Santo. Vitória – ES: Incaper, 2017, p. 10-43.

TIBÉRIO, F. C. S. *et al.* Germination and allometry of the native palm tree *Euterpe edulis* compared to the introduced *E. oleracea* and their hybrids in Atlantic rainforest. **Brazilian Journal of Biology**, v. 72, n. 4, p. 955–962, 2012.

TOMLINSON, P. B. The uniqueness of palms. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 151, n. 1, p. 5–14, 2006.

MAC FADDEN, J. **A produção de açaí a partir do processamento dos frutos do palmito (*Euterpe edulis* Martius) na Mata Atlântica**. Orientador: Paul Richard Momsen Miller. 2005. 112 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

# CAPÍTULO 25

## AGROECOLOGIA NA PRODUÇÃO, COMERCIALIZAÇÃO E CONSUMO DE COGUMELOS

Marliane de Cássia Soares da Silva, Leandro de Souza Lopes, Edynei Miguel Cristino e Maria Catarina Megumi Kasuya

### Introdução

Cogumelo é o nome popular dado aos corpos de frutificação de alguns fungos pertencentes aos filos Basidiomycota e Ascomycota (MAITY *et al.*, 2014). Os fungos são um grupo de microrganismos que utilizam a energia armazenada na matéria orgânica, oriunda principalmente de biomassa vegetal e animal, para o seu crescimento. Eles podem estabelecer diversas interações com outros organismos e componentes abióticos tornando-os grupo-chave na regulação dos processos do ecossistema, como por exemplo a ciclagem e decomposição da matéria morta (DIGHTON, 2018). Existem cerca de 12.000 espécies de fungos que formam cogumelos no mundo, no qual 2.000 são comestíveis. Dessas espécies comestíveis, 35 são comercialmente cultivadas, enquanto cerca de 200 espécies selvagens são utilizadas para fins medicinais (RATHORE, PRASAD, SHARMA, 2017; SHARMA, AGGARWAL, KAUR, 2017).

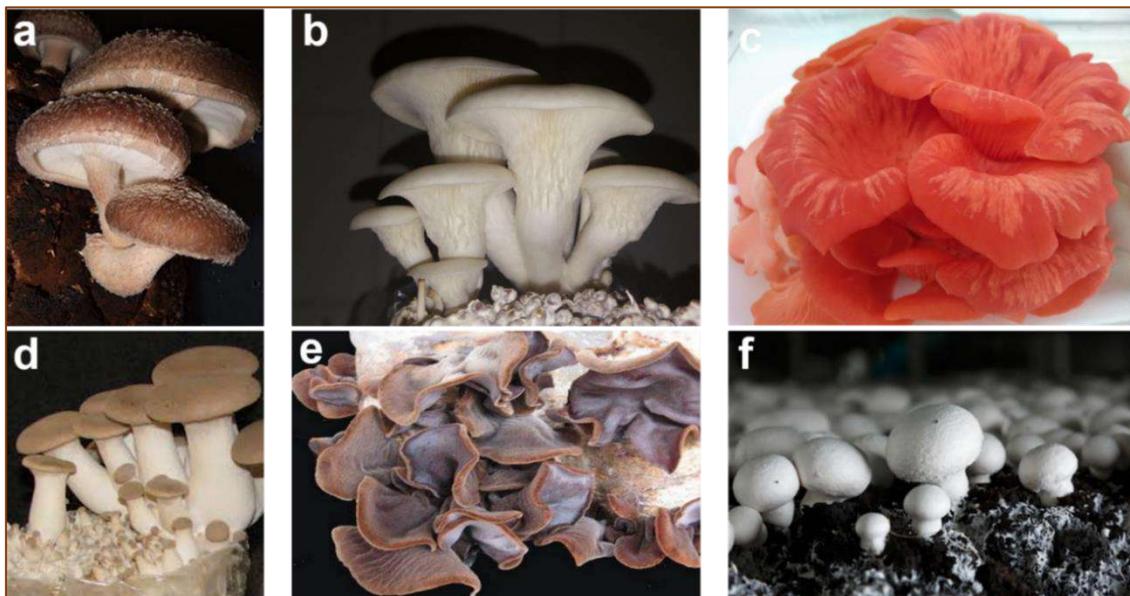
Os fungos formadores de cogumelos são encontrados naturalmente em ambientes onde a umidade é elevada e a matéria orgânica, principalmente vegetal, é abundante. Muitas espécies são utilizadas na alimentação humana e na medicina, podendo ser colhidos em ambientes silvestres ou cultivados em uma série de resíduos produzidos pela agroindústria, tornando-se uma alternativa para os problemas ambientais, causados devido ao despejo dos mesmos no ambiente sem qualquer tratamento e aumentando a renda familiar. O cultivo de cogumelos é uma alternativa sustentável, pois além de utilizar resíduos para a sua produção, os rejeitos gerados pelo processo podem ser utilizados para diferentes objetivos. E como fonte alimentar é uma excelente opção, pois são ricos em proteínas e aminoácidos essenciais, além de possuírem uma baixa porcentagem de gorduras.

### Produção, Comercialização e Consumo de Cogumelos

O mercado de cogumelos vem crescendo nos últimos anos, no qual a China é o principal produtor e consumidor. No Brasil esse mercado ainda é pequeno devido aos hábitos culturais e à falta de conhecimento das propriedades nutricionais e medicinais dos cogumelos. Muitos trabalhos têm demonstrado uma série de compostos com papéis importantes na saúde que são encontrados nesses corpos de frutificação, além de serem uma fonte alternativa e completa de proteínas e outros nutrientes, podendo ser uma alternativa, a mais, para combater a fome

oculta que acomete o planeta. A fome oculta é uma deficiência de micronutrientes na alimentação, tais como vitaminas e minerais e ela não acomete somente quem vive em escassez de alimento, mas também os que consomem esses em excesso. Isso ocorre porque apesar do excesso de alimento, estes não possuem todos os nutrientes requeridos pelo organismo (PALACIOS *et al.*, 2011; PAROLA *et al.*, 2017).

O mercado de cogumelos está representado pelos cogumelos medicinais, os selvagens e os comestíveis, que são cultivados no mercado mundial com 38 %, 8 % e 54 % respectivamente. Em 2013, a produção de cogumelos gerou mais de 63 bilhões de dólares em todo o mundo no qual a China produziu 87 % de todo esse montante (ROYSE; BAARS; TAN, 2017). As espécies de cogumelos mais cultivadas no mundo são *Lentinula edodes* (popularmente conhecido como Shiitake - Figura 1a), *Pleurotus* ssp. (Figuras 1b, 1c, 1d) e *Auricularia* ssp. (Figura 1e). Já as espécies de *Agaricus* (Champignon Figura 1f), que é o mais popular do mundo ocidental, ocupa a quarta posição no mercado (GRIMM, WÖSTEN, 2018).



**Fonte:** Autores.

**Figura 1.** Cogumelos mais consumidos no mundo. (a) *Lentinula edodes* (Shiitake), (b) *Pleurotus ostreatus* (Hiratake), (c) *Pleurotus djamour*, (d) *Pleurotus eryngii*, (e) *Auricularia* sp. e (f) *Agaricus bisporus* (Champignon).

Cogumelos do gênero *Pleurotus* e *Lentinula* possuem alto valor nutricional contendo de 5 a 15 % de matéria seca, carboidratos digeríveis, minerais, diversos compostos bioativos, que incluem polissacarídeos, fibras dietéticas, ergosterol, vitaminas B1, B2 e C, folatos e sua composição de aminoácidos é mais completa quando comparado a alguns vegetais como batata e cenoura (GRIMM, WÖSTEN, 2018; JIANG *et al.*, 2010). Os cogumelos possuem baixas calorias (27-30 kcal / 100 g) e baixa quantidade de gordura (1,3 a 8 % da massa seca de cogumelos) (MATTILA *et al.*, 2002; SUN *et al.*, 2017). Além disso, cogumelos contêm muitos compostos fenólicos, como por exemplo os ácidos caféico, gentísico, gálico e p-cumárico e catequinas reconhecidos como excelentes antioxidantes (FERREIRA, BARROS, ABREU, 2009; FERREIRA *et al.*, 2015; KOZARSKI *et al.*, 2015; NDUNG'U *et al.*, 2015). Na tabela 1 estão listadas algumas espécies de cogumelos comestíveis, inclusive os mais consumidos no mundo, com suas

principais composições nutricionais (BACH *et al.*, 2017; KADNIKOVA *et al.*, 2015; VALVERDE, HERNÁNDEZ-PÉREZ, PAREDES-LÓPEZ, 2015).

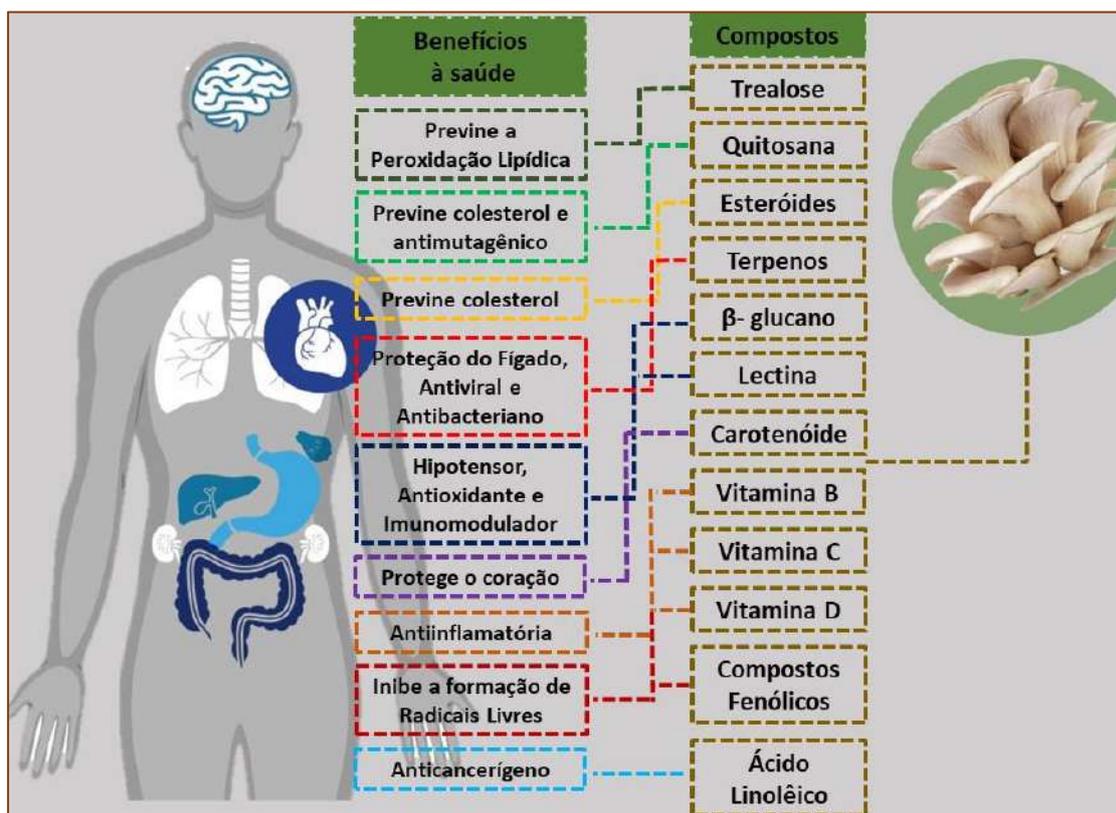
**Tabela 1.** Nutrientes encontrados em maiores concentrações nos cogumelos mais consumidos mundialmente.

Espécies	Proteína (%)	Amino-ácidos	Gordura* (%)	Ômega-6 (C18:2) (g/100g)	Cinza (%)	Carboi- dratos	*Manitol (g/100g)	Energia Kcal/kg
<i>Lentinula edodes</i>	4,5	18	1,7	81,1	6,7	87,1	10,0	772
<i>Pleurotus ostreatus</i>	7,0	18	1,4	68,9	5,7	85,9	0,5	416
<i>Pleurotus eryngii</i>	11	18	1,5	68,8	6,2	81,4	0,6	421
<i>Auricularia auricular</i>	12,5	17	1,7	-	3,6	66	-	327,4
<i>Agaricus bisporus</i>	14,1	18	2,2	77,7	9,7	74	5,6	325

\*Dentro do grupo das gorduras, além do ácido linoleico (mais conhecido como ômega-6 e que é encontrado em maiores concentrações nessas espécies) encontramos também os ácidos graxos palmítico, esteárico e oleico. \*\*Dentre os açúcares, o de maior concentração nos corpos de frutificação são o manitol, trealose, frutose e sacarose, respectivamente.

Em sistemas biológicos, o extrato de cogumelos *P. ostreatus* é reconhecido como um importante agente antioxidante, possibilitando sua utilização no tratamento contra o estresse oxidativo em diversos tecidos, minimizando, assim, a ocorrência de distúrbios relacionados com a idade, associados com o envolvimento de radicais livres (SÁNCHEZ, 2017). Eles também são fontes de diversos compostos nutracêuticos que são substâncias encontradas nos alimentos que desempenham papéis importantes na saúde, mas que não são essenciais.

Muitos desses compostos são importantes no desenvolvimento do sistema nervoso (vitamina b), na proteção dos tecidos contra danos oxidativos que podem levar à morte celular (selênio e ergotioneína), no fortalecimento do sistema imunológico, prevenção de tumores (lectinas) e antiviral (polissacarídeos como o  $\beta$ -glucanos). Outro grupo de compostos encontrados em cogumelos são os terpenos que são hidrocarbonetos insaturados voláteis que apresentam atividade anti-inflamatória e utilizados no combate de doenças como a malária (RATHORE, PRASAD, SHARMA, 2017). Portanto, o consumo de cogumelos pode trazer benefícios para a saúde humana, tanto que alguns produtos provenientes de cogumelos ou micélio de fungos já são comercializados na forma de cápsulas e tabletes como suplementos dietéticos (TAOFIQ *et al.*, 2016). Na Figura 2, estão representados alguns desses benefícios à saúde e alguns compostos até então identificados nos cogumelos responsáveis por esses benefícios.



Fonte: Autores.

**Figura 2.** Benefícios ao organismo oriundo do consumo de cogumelos comestíveis.

Além dos nutrientes naturalmente encontrados nos cogumelos que têm efeito positivo à saúde, os mesmos podem ainda ser enriquecidos com alguns elementos que muitas vezes estão escassos em outras fontes alimentares. Muitos estudos têm mostrado que os fungos tem a capacidade de absorver minerais, acumulá-los no micélio e/ou nos cogumelos e até mesmo convertê-los em formas mais biodisponíveis para o organismo (SILVA *et al.*, 2010, 2012; ASSUNÇÃO *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2019). A exemplo do selênio (que é um elemento essencial), e que suas formas inorgânicas podem ser adicionadas ao substrato de cultivo e o fungo absorve o mineral durante o seu crescimento transformando-o em formas orgânicas como no aminoácido selenometionina. *Pleurotus ostreatus* cultivado em resíduos como palha de café e de sisal demonstrou capacidade de bioacumulação desse mineral (SILVA *et al.*, 2012; OGIDI *et al.*, 2017). O mesmo fungo apresentou capacidade de acumular também o elemento lítio que é um medicamento usado no tratamento de transtornos de humor (transtorno bipolar), porém ainda não se sabe se o microrganismo tem a capacidade de transformar esse mineral em outras formas como formas orgânicas (ASSUNÇÃO *et al.*, 2012; FONTES VIEIRA *et al.*, 2013).

Um dos problemas mais prevalentes no mundo atual é a luta contra desnutrição, a fome oculta, a insegurança alimentar e nutricional. Estes problemas podem ser parcialmente solucionados com a utilização de recursos alimentares como os cogumelos. A diversidade de espécies que pode ser consumida e a sua variedade de nutrientes essenciais presentes nos mesmos, os torna uma excelente alternativa para suprir essa carência (ADEDOKUN *et al.*, 2016). Os principais nutrientes deficientes e que levam à fome oculta são o ferro e o zinco, que são encontrados em cogumelos de diversas espécies e a vitamina A, tendo seu precursor em abundância nos mesmos (SHARMA, AGGARWAL, KAUR, 2017; WANG *et al.*, 2014). Além disso, como os cogumelos podem

ser enriquecidos com minerais, a biofortificação de cogumelos e outros alimentos surgiu como uma nova ferramenta de combate a fome oculta (CONDÉ, OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2017).

A crescente preocupação com as questões ambientais tem nos conduzido a procurar alternativas de produção que minimizem os impactos negativos causados ao ambiente. Os fungos são organismos eficientes na degradação da biomassa vegetal e compostos recalcitrantes (OZCIRAK ERGUN, OZTURK UREK, 2017). Grandes quantidades de resíduos gerados como subproduto da agroindústria são acumuladas. O Brasil é um país que ocupa notável posição mundial nesse segmento e os resíduos gerados são ricos em nutrientes que podem ser utilizados como matérias-primas em processos secundários (SANTOS *et al.*, 2016). Neste contexto, o cultivo de cogumelos é uma forma de aproveitar esses resíduos gerados, devido a sua alta disponibilidade, baixo custo e a obtenção de diversos compostos de valor agregado como alimentos, etanol, ácido cítrico e enzimas industriais, sendo assim, uma alternativa favorável ao ambiente (AKPINAR, UREK, 2014). Na tabela 2 estão listadas algumas culturas exploradas no Brasil e seus respectivos resíduos gerados.

Dentre os fins para todo esse resíduo gerado a produção de cogumelos é uma alternativa sustentável com potencial aplicabilidade na produção de alimentos de excelente qualidade, minimizando os problemas ambientais gerados no descarte desses subprodutos da agroindústria. Esses resíduos contêm três constituintes principais: Celulose, hemicelulose e lignina, além de outros diversos compostos (SUNDARRAJ, RANGANATHAN, 2018) que permitem o crescimento de espécies de fungos que degradam a biomassa vegetal graças a sua capacidade de sintetizar o complexo enzimático lignocelulolítico (MANAVALAN, MANAVALAN, HEESE, 2015).

**Tabela 2.** Estimativa de produção agrícola no Brasil e sua respectiva produção de resíduos por ano.

Produto	Produção (toneladas)	Resíduos (toneladas)	Referências
<b>Feijão</b>	3,3 x 10 <sup>6</sup>	1,8 x 10 <sup>6</sup>	(KUNZ <i>et al.</i> , 2018)
<b>Café</b>	2,7 x 10 <sup>6</sup>	1,2 x 10 <sup>6</sup>	(KUNZ <i>et al.</i> , 2018)
<b>Laranja</b>	11,4 x 10 <sup>6</sup>	8,8 x 10 <sup>6</sup>	(KUNZ <i>et al.</i> , 2018)
<b>Trigo</b>	5,5 x 10 <sup>6</sup>	3,0 x 10 <sup>6</sup>	(KUNZ <i>et al.</i> , 2018)
<b>Arroz</b>	12,4 x 10 <sup>6</sup>	2,5 x 10 <sup>6</sup>	(KUNZ <i>et al.</i> , 2018)
<b>Milho</b>	78,9 x 10 <sup>6</sup>	45,8 x 10 <sup>6</sup>	(KUNZ <i>et al.</i> , 2018)
<b>Cana-de-açúcar</b>	659 x 10 <sup>6</sup>	201 x 10 <sup>6</sup>	(KUNZ <i>et al.</i> , 2018)
<b>Soja</b>	90 x 10 <sup>6</sup>	65,9 x 10 <sup>6</sup>	(KUNZ <i>et al.</i> , 2018)
<b>Dendê</b>	2,7 x 10 <sup>6</sup>	1,6 x 10 <sup>6</sup>	(KUNZ <i>et al.</i> , 2018)
<b>Coco verde</b>	*	7,0 x 10 <sup>6</sup>	(PAZ <i>et al.</i> , 2017)
<b>Banana</b>	7,0 x 10 <sup>6</sup>	1,2 x 10 <sup>6</sup>	(KUNZ <i>et al.</i> , 2018)
<b>Mandioca</b>	25 x 10 <sup>6</sup>	35 x 10 <sup>6</sup>	(FERREIRA <i>et al.</i> , 2018)
<b>Produção de etanol (Vinhaça)</b>	27 x 10 <sup>6</sup>	333 x 10 <sup>6</sup>	(FERREIRA <i>et al.</i> , 2018)
<b>Produção de queijo (Soro L<sup>-1</sup>)</b>	790.323	7,1 x 10 <sup>9</sup>	(MANTOVANI <i>et al.</i> , 2015)

\*dados não encontrados

A produção de cogumelos e/ou produtos do crescimento micelial tem sido relatada por diversos autores. VELEZ *et al.* (2019) demonstrou o crescimento de *Pleurotus djamour*, um fungo produtor de cogumelo comestível, em soro de leite enriquecido com selênio tendo sua atividade oxidante aumentada. No final do processo, cerca de 25 dias após a inoculação do fungo no soro de leite, há a formação de pequenos grumos ricos em selênio, compostos bioativos e vitaminas. Na tabela 3 estão resumidos alguns trabalhos nos quais foram testados a produção de cogumelos comestíveis e/ou medicinais tendo os resíduos agroindustriais como substratos.

O resíduo que for utilizado como substrato para o crescimento do fungo deve receber alguns tratamentos antes da inoculação, para favorecer o desenvolvimento do cogumelo. Os métodos de preparo de substrato mais utilizados para produção de cogumelos comestíveis são a esterilização e a pasteurização, porém apresentam custo e investimentos elevados além de necessitar de mão de obra especializada. Uma técnica alternativa e de baixo custo têm sido utilizada no qual se obtêm uma produtividade similar aos métodos convencionais, onde o substrato que será utilizado para o crescimento do fungo, deve ser submerso em uma solução de 2 % de cal hidratada durante 12 a 48 h (CONTRERAS *et al.*, 2004; NUNES *et al.*, 2017). Após esse período, o substrato é centrifugado para retirar o excesso de água e, finalmente, recebe o inóculo (grãos de trigo ou sorgo colonizados pelo micélio do fungo). Para a inoculação do fungo no substrato diversas embalagens podem ser usadas como sacolas de supermercado, caixas de leite, potes de plástico e de vidro tornando a produção ainda menos custosa e mais sustentável ao meio. Não se recomenda a utilização de embalagens recicladas que podem conter metais pesados em sua constituição, que podem ser absorvidos pelo micélio do fungo.

Após as colheitas dos cogumelos, o resíduo no qual o fungo cresceu ainda pode ser usado para diferentes fins, tornando a produção de cogumelos uma forma ainda mais sustentável, com o aproveitamento total do resíduo. Estes resíduos gerados na produção de cogumelos (RGPC) são produzidos em grandes quantidades levando em consideração que para a produção de 1 kg de cogumelos são necessários 5 kg de substrato, mas esse valor pode variar de espécie para espécie de fungo, do resíduo utilizado e das condições de cultivo (FINNEY *et al.*, 2009; GRIMM, WÖSTEN, 2018). Por exemplo, no cultivo de *Pleurotus* sp. ocorre uma redução de 20 e 12 % da massa seca de palha de arroz e ervilha, respectivamente. O restante é resíduo que pode ser destinado a outras opções de aproveitamento (NASEHI *et al.*, 2017).

Um destino para o RGPC é sua utilização na produção de outros cogumelos. Após a produção de Shiitake ainda encontramos 85 % da hemicelulose, 44 % da celulose e 77 % da lignina que não foi utilizado pelo fungo no substrato. *Agaricus bisporus* (champignon) é produzido em resíduos compostados e os RGPC podem ser misturados aos outros resíduos e utilizados para a produção deste fungo (GRIMM, WÖSTEN, 2018; STAMETS, 1993). Outro destino para os resíduos da produção de cogumelos é na geração de energia como produção de metano (LUO *et al.*, 2018) e bioetanol (KAPU *et al.*, 2012). Neste caso o metano foi produzido misturando o RGPC com esterco, e o rendimento de metano da mistura foi maior do que o rendimento do RGPC ou esterco sozinhos, indicando um efeito sinérgico da digestão conjunta. Os RGPC tendo o farelo de sorgo como substrato e o fungo *P. ostreatus* pode produzir 187 g de etanol por kg de matéria seca (RYDEN *et al.*, 2017).

**Tabela 3.** Resíduos agroindustriais que podem ser utilizados para a produção de cogumelos comestíveis e/ou medicinais.

Resíduo/combinção de resíduos	Fungo	Referência
Palha de arroz	<i>Pleurotus</i> sp.	(KAMTHAN, TIWARI, 2017)
Palha de trigo	<i>Pleurotus</i> sp., <i>Agaricus bisporus</i>	(KAMTHAN, TIWARI, 2017)
Palha de algodão	<i>Pleurotus</i> sp.	(KAMTHAN, TIWARI, 2017)
Folhas de chá	<i>Pleurotus</i> sp., Volvullella	(KAMTHAN, TIWARI, 2017)
Folhas de bananeira	<i>Pleurotus</i> sp.	(KAMTHAN, TIWARI, 2017)
Farelo de arroz	<i>Lentinula edodes</i>	(KAMTHAN, TIWARI, 2017)
Casca de café	<i>L. edodes</i> <i>Pleurotus</i> spp	(KAMTHAN, TIWARI, 2017) (SILVA <i>et al.</i> , 2012)
Serragem	Ganoderma	(KAMTHAN, TIWARI, 2017)
Palha de cevada + farelo de trigo + cavaco de madeira + pó de soja + farelo de arroz	<i>Pleurotus eryngii</i> <i>L. edodes</i>	(KAMTHAN, TIWARI, 2017) (KOUTROTSIOS <i>et al.</i> , 2014, ZERVAKIS, KOUTROTSIOS, 2017)
Palha de soja + palha de trigo	<i>Pleurotus sajorcaju</i>	(KAMTHAN, TIWARI, 2017)
Sabugo de milho + bagaço de cana	<i>P. ostreatus</i> <i>Pleurotus cystidiosus</i>	(KAMTHAN, TIWARI, 2017)
Palha de cevada	<i>Pleurotus eryngii</i>	(JEZNABADI, JAFARPOUR, EGHBALSAIED, 2016)
Caule do milho	<i>P. eryngii</i>	(JEZNABADI, JAFARPOUR, EGHBALSAIED, 2016)
Polpa de beterraba	<i>P. eryngii</i>	(JEZNABADI, JAFARPOUR, EGHBALSAIED, 2016)
Talos de girassol	<i>Agaricus</i> spp.	(ZERVAKIS, KOUTROTSIOS, 2017)
Fibras de coco	<i>Agaricus</i> spp.	(ZERVAKIS, KOUTROTSIOS, 2017)
Caule da aveia	<i>Agaricus</i> spp.	(ZERVAKIS, KOUTROTSIOS, 2017)
Gramma	<i>Agaricus</i> spp.	(ZERVAKIS, KOUTROTSIOS, 2017)
Caroços de algodão	<i>Pleurotus</i> spp. <i>Agrocybe cylindracea</i>	(KOUTROTSIOS <i>et al.</i> , 2014)
Bagaço de uva	<i>Pleurotus</i> spp. <i>A. cylindracea</i>	(KOUTROTSIOS <i>et al.</i> , 2014)
Bagaço de cana-de-açúcar	<i>Pleurotus</i> spp.	(ZERVAKIS, KOUTROTSIOS, 2017)
Folha de bananeira	<i>Pleurotus</i> spp.	(ZERVAKIS, KOUTROTSIOS, 2017)
Palha de trigo + farelo de arroz ou trigo	<i>Lentinula edodes</i>	(ZERVAKIS, KOUTROTSIOS, 2017)
Palha de milho + farelo de arroz ou trigo	<i>Lentinula edodes</i>	(ZERVAKIS, KOUTROTSIOS, 2017)
Bagaço de cana-de-açúcar + farelo de arroz ou trigo	<i>Lentinula edodes</i>	(ZERVAKIS, KOUTROTSIOS, 2017)
Sisal	<i>Pleurotus</i> sp.	(MUTHANGYA <i>et al.</i> , 2013)
Resíduo da laranja	<i>Pleurotus pulmonarius</i>	(INÁCIO <i>et al.</i> , 2015)

Os RGPC podem ser adicionados no substrato utilizado no cultivo de hortaliças e outras culturas. Inclusive a produção de *baby leafs* (folhas jovens) de hortaliças e brotos como de feijão tem tido grande sucesso de produção utilizando resíduos da produção de *Pleurotus* sp. Trabalhos têm demonstrado que os RGPC podem substituir parcialmente os fertilizantes inorgânicos, fósforo e potássio. Além de haver uma melhora na estrutura do solo, aumenta a matéria orgânica, melhora na atividade microbiana, e diminuição na compactação do solo. A utilização de RGPC como biofertilizantes pode levar às produtividades semelhantes de quando usamos os fertilizantes inorgânicos, podendo ter aumento de 2,3 vezes no fósforo do solo e um aumento de 40 e 28 % do carbono orgânico e nitrogênio do solo, respectivamente, além de um aumento de 3 vezes na concentração de cálcio, potássio e magnésio, o que não foi observado para o fertilizante inorgânico (COURTNEY, MULLEN, 2008; GRIMM, WÖSTEN, 2018).

Além disso os RGPC podem ser utilizados na alimentação animal, pois são ricos em nutrientes e nitrogênio (BENTO *et al.*, 2014; KASUYA *et al.*, 2014) e na produção de materiais (HOLT *et al.*, 2012; XING *et al.*, 2018) que podem substituir o uso do plástico e isopor demonstrando o grande potencial do uso dos RGPC em uma gama de áreas que além de serem sustentáveis podem gerar renda.

Outro ponto importante a favor da produção de cogumelos comestíveis é que a sua cultura deve ser isenta de agrotóxicos, pois eles possuem a capacidade de absorver os compostos tóxicos, caso não o degradem, que podem estar presentes no substrato. Assim, conhecer a origem do resíduo e como ele é gerado, qual o tipo de manejo, e uso de adubos químicos e agrotóxicos se faz necessário (CRISTINO *et al.*, 2019). O mesmo autor ainda ressalta que o controle de pragas e doenças na produção pode ser feito por meio da homeopatia promovendo a melhoria socioeconômica e ambiental dos pequenos agricultores. Além de tudo isso, o cultivo de cogumelos comestíveis é um tema transversal que pode ser utilizado para tratar diversos conteúdos numa temática sustentável (CRISTINO *et al.*, 2019).

Atualmente o cultivo de cogumelos no Brasil está disseminado por várias regiões do país, no qual os principais produtores são os estados de São Paulo e Paraná e com menor expressão em Minas Gerais, Rio de Janeiro, Bahia, Pernambuco, Brasília e Rio Grande do Sul (ANPC, 2019). Não se tem estimativas hoje para esse setor, o que dificulta a mensuração do número de produtores e do volume produzido, mas considera-se que o valor da produção de cogumelos no Brasil chega a cerca de 12 mil toneladas anuais de cogumelos *in natura*, com destaque na produção de *A. bisporus*, *Pleurotus* ssp e *Lentinula edodes* com 8.000, 2.000 e 1.500 toneladas por ano, respectivamente (ANPC, 2013).

O consumo de cogumelos no Brasil é muito baixo, cerca de 160 g, quando comparado com outros países como França e Itália, cujo consumo por pessoa ao ano chega a 2 kg e à China que consome até 8 kg por pessoa. Esse consumo baixo por parte dos brasileiros se deve principalmente à falta de conhecimento dos benefícios e do preparo dos cogumelos (ANPC, 2019). Cerca de 70 % do cogumelo do tipo champignon comercializado no Brasil vem da China.

A comercialização de cogumelos no Brasil é principalmente em sua forma *in natura*, em conservas (Champignon) e em cápsulas. As principais espécies comercializadas são *Agaricus bisporus* (Champignon), *Lentinula edodes* (Shiitake), *Pleurotus ostreatus* (Hiratake), *Agaricus blazei* (Cogumelo do sol) e *Ganoderma lucidum* (Reish), no qual as 3 primeiras espécies são comercializadas na forma *in natura* e/ou

conservas para a alimentação humana e as duas últimas na forma de cápsulas com foco medicinal (BETT, CELSO FERRAZ, PERONDI, 2011). Na forma desidratada a China consegue preços bem inferiores quando comparados aos desidratados brasileiros. A maioria dos produtores são de porte pequeno e precisam de uma cooperativa ou associação que possa atuar na produção, distribuição e comercialização dos cogumelos. Após a produção os cogumelos são destinados a esses centros de distribuição e comercialização. A distribuição é feita em caminhões comuns e veículos utilitários e raramente em veículos com controle de temperatura e/ou refrigerados. Finalmente o cogumelo é repassado para o consumidor final em supermercados e restaurantes (SILVA *et al.*, 2018).

No entanto, o interesse pela produção tem aumentado nos últimos anos. A falta do produto no mercado tem incentivado a busca por cursos de produção caseira de cogumelos para o consumo próprio. Outros tem buscado investir na produção visando a comercialização em feiras agroecológicas ou mesmo em supermercados.

### Considerações Finais

A produção de cogumelos pode ser uma alternativa para o aproveitamento do grande volume de resíduos que são despejados no ambiente, trazendo com isso uma série de benefícios como a redução da poluição ambiental, melhoria da renda familiar e um alimento altamente nutritivo que pode ser consumido com o objetivo de diminuir a má nutrição. O seu cultivo pode ser totalmente amigável ao meio ambiente, uma vez que utiliza resíduos, a produção tem baixo gasto de energia (principalmente na produção de *Hiratake*), utilização da homeopatia no lugar de agrotóxicos, bem como a utilização dos resíduos gerados pela produção de cogumelos para geração de outros produtos. A busca por uma alimentação saudável e de qualidade tem aumentado a procura por alimentos como os cogumelos. O mercado de produção e comercialização tem grande potencial de crescimento e está aberto a novos investidores, desde pequenos a grandes produtores.

### Referências

ADEDOKUN, O. M. *et al.* Mushroom: Molecular characterization of indigenous species in the Niger Delta Region of Nigeria. **European Journal of Horticultural Science**, 2016.

AKPINAR, M.; UREK, R. O. Extracellular ligninolytic enzymes production by *pleurotus eryngii* on agroindustrial wastes. **Preparative Biochemistry and Biotechnology**, v. 44, n. 8, p. 772–781, 2014.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PRODUTORES DE COGUMELOS - **ANPC**. Disponível em: <https://www.anpccogumelos.org/>. Acesso em: 3 novembro 2019.

ASSUNÇÃO, L. S. *et al.* Enrichment of mushrooms: An interesting strategy for the acquisition of lithium. **Food Chemistry**, v. 134, p. 1123–1127, 2012.

BACH, F. *et al.* Edible mushrooms: a potential source of essential amino acids, glucans and minerals. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 52, n. 11, p. 2382–2392, 2017.

BETT, C. F.; PERONDI, M. A. Análise do Mercado de Cogumelos Comestíveis e Medicinais: Uma prospecção de alternativa de renda para a agricultura familiar na região Sudoeste do Paraná. **Synergismus scyentifica UTFPR**, v. 6, n. 1, p. 1–9 2011.

BENTO, C. A. B. P. *et al.* Influence of white-rot fungi on chemical composition and *in vitro* digestibility of lignocellulosic agro-industrial residues. **African Journal of Microbiology Research**, v. 8, n. 28, p. 2724–2732, 2014.

CONDÉ, V. F.; OLIVEIRA, J. E. Z.; OLIVEIRA, D. M. F. Farinha de Cogumelo *Pleurotus ostreatus* (Hiratake) enriquecido com Ferro. **Ciência e Natura**, v. 39, p. 1–9, 2017.

CONTRERAS, E. P. *et al.* Soaking of substrate in alkaline water as a pretreatment for the cultivation of *Pleurotus ostreatus*. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v. 2, p. 234–240, 2004.

COURTNEY, R. G.; MULLEN, G. J. Soil quality and barley growth as influenced by the land application of two compost types. **Bioresource Technology**, v. 9, p. 913–918, 2008.

CRISTINO, E. M. *et al.* Cultivo de Cogumelos Comestíveis como proposta de Ensino de Ciências da Natureza e da Agroecologia na Escola Família Agrícola Puris. **Revista Brasileira de Extensão Universitária**, v. 10, p. 55–62, 2019.

DIGHTON, J. **Fungi in Ecosystem Processes**, 2016.

FERREIRA, I.; BARROS, L.; ABREU, R. Antioxidants in Wild Mushrooms. **Current Medicinal Chemistry**, v. 131, p. 5301–855, 2009.

FERREIRA, L. R. A. *et al.* Review of the energy potential of the residual biomass for the distributed generation in Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 94, p. 440–455, 2018.

FERREIRA, P. *et al.* Aromatic stacking interactions govern catalysis in aryl-alcohol oxidase. **FEBS Journal**, v. 282, n. 16, p. 3091–3106, 2015.

FINNEY, K. N. *et al.* The reuse of spent mushroom compost and coal tailings for energy recovery: Comparison of thermal treatment technologies. **Bioresource Technology**, v. 100, p. 310–315, 2009.

FONTES VIEIRA, P. A. *et al.* Antioxidant activities, total phenolics and metal contents in *Pleurotus ostreatus* mushrooms enriched with iron, zinc or lithium. **LWT - Food Science and Technology**, v. 54, p. 421–425, 2013.

- GRIMM, D.; WÖSTEN, H. A. B. Mushroom cultivation in the circular economy. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 102, p. 7795–7803, 2018.
- HOLT, G. A. *et al.* Fungal mycelium and cotton plant materials in the manufacture of biodegradable molded packaging material: Evaluation study of select blends of cotton byproducts. **Journal of Biobased Materials and Bioenergy**, v. 6, p. 431–439, 2012.
- INÁCIO, F. D. *et al.* Production of Enzymes and Biotransformation of Orange Waste by Oyster Mushroom, *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Qué. **Advances in Microbiology**, v. 5, p. 1, 2015.
- JEZNABADI, E. K.; JAFARPOUR, M.; EGHBALSAIED, S. King oyster mushroom production using various sources of agricultural wastes in Iran. **International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture**, v. 5, p. 17–24, 2016.
- JIANG, T. *et al.* Influence of UV-C treatment on antioxidant capacity, antioxidant enzyme activity and texture of postharvest shiitake (*Lentinus edodes*) mushrooms during storage. **Postharvest Biology and Technology**, v. 56, p. 209–215, 2010.
- KADNIKOVA, I. A. *et al.* Chemical Composition and Nutritional Value of the Mushroom *Auricularia auricula-judae*. **Journal of Food and Nutrition Research**, v. 3, p. 478–482, 2015.
- KAMTHAN, R.; TIWARI, I. Agricultural Wastes- Potential Substrates For Mushroom Cultivation. **European Journal of Experimental Biology**, v. 7, p. 31, 2017.
- KAPU, N. U. S. *et al.* Surfactant-assisted pretreatment and enzymatic hydrolysis of spent mushroom compost for the production of sugars. **Bioresource Technology**, v. 114, p. 399–405, 2012.
- KASUYA, M. C. M. *et al.* Production of Selenium-Enriched Mushrooms in Coffee Husks and Use of This Colonized Residue. *In*: **Coffee in Health and Disease Prevention**, 2015.
- KOUTROTSIOS, G. *et al.* Bioconversion of lignocellulosic residues by *Agrocybe cylindracea* and *Pleurotus ostreatus* mushroom fungi-Assessment of their effect on the final product and spent substrate properties. **Food Chemistry**, v. 161, p. 127–135, 2014.
- KOZARSKI, M. *et al.* Antioxidants of edible mushrooms. **Molecules**, v. 1172, p. 5301–855, 2015.
- KUNZ, A.; OTENIO, M. H.; LEITÃO, R. C. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - Energia limpa e acessível: Contribuições da Embrapa**, 2018.

LUO, X. *et al.* Methane production and characteristics of the microbial community in the co-digestion of spent mushroom substrate with dairy manure. **Bioresource Technology**, v. 250, p. 611–620, 2018.

MAITY, P. *et al.* Structure elucidation and antioxidant properties of a soluble  $\beta$ -d-glucan from mushroom *Entoloma lividoalbum*. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 63, p. 140–149, 2014.

MANAVALAN, T.; MANAVALAN, A.; HEESE, K. Characterization of Lignocellulolytic Enzymes from White-Rot Fungi. **Current Microbiology**, v. 70, n. 4, p. 485–498, 2015.

MANTOVANI, J. R. *et al.* Soro ácido de leite como fonte de nutrientes para o milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, p. 324–329, 2015.

NUNES, M. D. *et al.* *Pleurotus ostreatus*, mushrooms production using quick and cheap methods and the challenges to the use of coffee husk as substrate. **African Journal of Microbiology Research**, v. 11, p. 1252–1258, 2017.

MATTILA, P. *et al.* Basic composition and amino acid contents of mushrooms cultivated in Finland. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, p. 6419–6422, 2002.

MUTHANGYA, M. *et al.* Optimization of *Pleurotus* mushroom cultivation on saline sisal solid waste. **World Applied Sciences Journal**, v. 23, p. 1146–1150, 2013.

NASEHI, M. *et al.* Effect of solid-state fermentation by oyster mushroom (*Pleurotus florida*) on nutritive value of some agro by-products. **Journal of Applied Animal Research**, v. 45, p. 221–226, 2017.

NDUNG'U, S. W. *et al.* Composition of polyphenols in wheat bread supplemented with *pleurotus ostreatus* mushroom. **American Journal of Food Technology**, v. 10, p. 273–278, 2015.

OGIDI, C. *et al.* Growth Rate and Selenium Bioaccumulation in *Pleurotus* species Cultivated on Signal Grass, *Urochloa decumbens* (Stapf) R. D. Webster. **Current Research in Nutrition and Food Science Journal**, v. 5, p. 137–142, 2017.

OZCIRAK ERGUN, S.; OZTURK UREK, R. Production of ligninolytic enzymes by solid state fermentation using *Pleurotus ostreatus*. **Annals of Agrarian Science**, v. 15, n. 2, p. 273–277, 2017.

PALACIOS, I. *et al.* Antioxidant properties of phenolic compounds occurring in edible mushrooms. **Food Chemistry**, 2011.

PAROLA, S. *et al.* *Lentinula edodes* and *Pleurotus ostreatus*: functional food with antioxidant - antimicrobial activity and an important source of Vitamin D and medicinal compounds. **Functional Foods in Health and Disease**, 2017.

PAZ *et al.* Alternativa de exploração sustentável dos resíduos do coco verde para a produção de energia. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 6, p. 318–345, 2017.

RATHORE, H.; PRASAD, S.; SHARMA, S. Mushroom nutraceuticals for improved nutrition and better human health: A review. **PharmaNutrition**, v. 5, p. 35–46, 2017.

ROYSE, D. J.; BAARS, J.; TAN, Q. Current Overview of Mushroom Production in the World. **Edible and Medicinal Mushrooms**, v. 25, p. 5–13, 2017.

RYDEN, P. *et al.* Bioethanol production from spent mushroom compost derived from chaff of millet and sorghum. **Biotechnology for Biofuels**, v. 10, p. 195, 2017.

SÁNCHEZ, C. Reactive oxygen species and antioxidant properties from mushrooms. **Synthetic and Systems Biotechnology**, v. 2, p. 13–22, 2017.

SANTOS, R. S. S. *et al.* Production and characterization of B-glucosidase from *Gongronella butleri* by solid-state fermentation. **African Journal of Biotechnology**, v. 15, p. 633–641., 2016.

SHARMA, P.; AGGARWAL, P.; KAUR, A. Biofortification: A new approach to eradicate hidden hunger. **Food Reviews International**, v. 33, p. 1–21, 2017.

SILVA, M. C. S. *et al.* *In vivo* bioavailability of selenium in enriched *Pleurotus ostreatus* mushrooms. **Metallomics**, v. 2, p. 162–166, 2010.

SILVA, M. C. S. *et al.* Enrichment of *Pleurotus ostreatus* mushrooms with selenium in coffee husks. **Food Chemistry**, v. 131, p. 558–563, 2012.

SILVA, T. *et al.* Mapeamento da cadeia produtiva do cogumelo no Alto Tiête. **South American Development Society Journal**, v. 4, p. 121, 2018.

SILVA, M. C. S. *et al.* Growth and Tolerance of *Pleurotus ostreatus* at Different Selenium Forms. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, p. 151–158, 2019.

STAMETS, P. Growing gourmet and medicinal mushrooms. *Int.* **Ten Speed Press**, 2011.

SUN, L. *et al.* Comparison of free total amino acid compositions and their functional classifications in 13 wild edible mushrooms. **Molecules**, v. 22, p. 350, 2017.

SUNDARRAJ, A. A.; RANGANATHAN, T. V. A review on cellulose and its utilization from agro-industrial waste. **Drug Invention Today**, v. 10, p. 89–94, 2018.

TAOFIQ, O. *et al.* Mushrooms extracts and compounds in cosmetics, cosmeceuticals and nutricosmetics-A review. **Industrial Crops and Products**, v. 90, p. 38–48, 2016.

VALVERDE, M. E.; HERNÁNDEZ-PÉREZ, T.; PAREDES-LÓPEZ, O. Edible mushrooms: Improving human health and promoting quality life. **International Journal of Microbiology**, v. 2015, p. 1–15, 2015.

WANG, X. M. *et al.* A mini-review of chemical composition and nutritional value of edible wild-grown mushroom from China. **Food Chemistry**, v. 151, p. 279–285, 2014.

XING, Y. *et al.* Growing and testing mycelium bricks as building insulation materials. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 121, p. 022032, 2018.

ZERVAKIS, G. I.; KOUTROTSIOS, G. Solid-State Fermentation of Plant Residues and Agro-industrial Wastes for the Production of Medicinal Mushrooms. *In*: **Medicinal Plants and Fungi: Recent Advances in Research and Development**. p. 365–396, 2017.

# CAPÍTULO 26

## AGROECOLOGIA, CULINÁRIA E NUTRIÇÃO: SABERES E PRÁTICAS

Luiza Carla Vidigal Castro, Mirella Lima Binoti  
e Clarissa de Souza Nunes

### Introdução

O consumo de alimentos oriundos de sistemas que promovem o uso sustentável dos recursos naturais, que protegem a biodiversidade, que contribuem para a desconcentração das terras produtivas e para a criação de trabalho e que, ao mesmo tempo, respeitam e aperfeiçoam saberes e formas de produção tem sido incentivado nos últimos anos. Quanto maior a busca por esses alimentos, maior será o apoio aos produtores agroecológicos e mais próximos estaremos de um sistema alimentar socialmente e ambientalmente sustentável (BRASIL, 2014; RIBEIRO *et al.*, 2017).

Para tratar desse assunto, este capítulo foi estruturado em tópicos, de forma a contemplar os saberes e as práticas, integrando a produção com o consumo de alimentos saudáveis, com ênfase nos aspectos nutricionais de plantas alimentícias não convencionais (PANC) e hortaliças agroecológicas.

### Alimentação saudável, segurança alimentar e sistema alimentar sustentável

O ato de se alimentar vai muito além do comer, da disponibilidade e do acesso ao alimento. Para que isso aconteça existem muitas etapas, que se iniciam na seleção e manipulação das sementes e das mudas, passando pelo plantio e cultivo do alimento no campo, até a colheita. Antigamente essas etapas dependiam exclusivamente dos fenômenos da natureza, porém, com o passar dos anos vem sofrendo interferências genéticas, tecnológicas, financeiras, políticas e sociais (RIBEIRO *et al.*, 2017).

O conceito sobre alimentação saudável, a princípio, se reduzia à composição química dos alimentos e às funções dos nutrientes na saúde, não compreendendo uma visão sistêmica, e tão pouco considerava as etapas pelas quais os alimentos passam até o consumo, desde sua produção, extração, processamento, distribuição e comercialização (RIBEIRO *et al.*, 2017).

Em todo o trajeto do alimento, do plantio ao consumo, existem várias questões de (in)sustentabilidade que precisam ser continuamente compreendidas. E para facilitar a compreensão, é importante destacar que a alimentação saudável e adequada é um direito básico de todos os indivíduos. O Direito Humano a Alimentação Adequada (DHAA) prevê:

direito de todo ser humano ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais, tendo como base as práticas alimentares promotoras de saúde que respeitem a diversidade cultural e que sejam ambiental, cultural, econômica e socialmente sustentáveis (BRASIL, 2010).

Além disso, também é importante entender o conceito de Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) (BRASIL, 2006). Esse termo passou a ser utilizado na Europa durante a Primeira Guerra Mundial (1914-1918) e estava vinculado a segurança nacional e a capacidade de cada país produzir seus próprios alimentos, sem a possibilidade de embargos, cercos ou boicotes políticos ou militares. Após a Segunda Guerra, o conceito da segurança alimentar começou a levar em conta a disponibilidade suficiente de alimentos. Entendia-se que a insegurança alimentar era decorrente da produção insuficiente de alimentos nos países pobres (RIBEIRO *et al.*, 2017).

Com isso, algumas iniciativas de promoção de assistência alimentar foram feitas, utilizando na maioria das vezes, os excedentes de produção dos países ricos. Nesse contexto, iniciou-se uma estratégia para aumentar a produtividade de alguns alimentos, a chamada Revolução Verde, que foi fundamentada no uso de sementes de alto rendimento, fertilizantes, pesticidas, irrigação e mecanização. Como consequências ambientais, econômicas e sociais, cita-se a redução da biodiversidade, menor resistência a pragas, êxodo rural e contaminação do solo e dos alimentos com agrotóxicos. No Brasil, a Revolução Verde foi impulsionada pela produção de soja e o foco estava prioritariamente no produto, e não no ser humano (RIBEIRO *et al.*, 2017).

Mesmo considerando o aumento da produção de alimentos, diversos fatos comprovavam que a Revolução Verde é inviável por longos períodos, pois causa erosão, compactação e perda de matéria orgânica do solo, poluição, redução dos recursos hídricos, inundação e salinização de terras irrigadas, exploração excessiva dos recursos pesqueiros e poluição dos mares, o que leva à desaceleração da taxa de crescimento da produção de alimentos (LEÃO, 2013). A estratégia para aumentar a produção de alimentos não foi acompanhada pela redução da fome, pois o acesso aos mesmos não foi garantido. Além disso, o aumento da produtividade na agricultura continuou gerando excedentes de produção e aumento de estoques, o que levou a queda dos preços e comercialização para a indústria (PETRINI, 2009; LEÃO, 2013).

Uma das principais causas da insegurança alimentar da população era a falta de garantia de acesso físico e econômico aos alimentos. Assim, o conceito de segurança alimentar passou a ser relacionado com a garantia do acesso físico e econômico de todas as pessoas a quantidades suficientes de alimentos de forma permanente (LEÃO, 2013). Posteriormente, o conceito de segurança alimentar passou a englobar a necessidade da acessibilidade à alimentos seguros (não contaminados biológica ou quimicamente) e de qualidade (nutricional, biológica, sanitária e tecnológica), produzidos de forma sustentável, equilibrada e culturalmente aceitável (VALENTE, 2002).

As pesquisas sobre alimentação foram impulsionadas a partir do processo de globalização da produção e distribuição de alimentos, que passou a se concentrar nas mãos das grandes empresas transnacionais. Posteriormente, foram incorporadas outras áreas como a saúde pública, devido à desnutrição e obesidade, e a área ambiental, uma vez que a produção de alimentos ocasionou a contaminação dos solos pelos

agroquímicos. Destaca-se que o processo de globalização levou a um consumo em excesso, mas também a um consequente desperdício de alimentos (CASSOL, SCHNEIDER, 2015).

A demanda alimentar vai além da questão da oferta de alimentos e dos processos de organização produtiva (RIBEIRO *et al.*, 2017). O estudo da relação entre o consumo e os sistemas de produção agroalimentares é fundamental para a compreensão do comportamento e das ações dos indivíduos na sociedade moderna, assim como a conexão com a saúde coletiva (CAROLAN, 2012). O ato de comer é uma ação social com sentido capaz de gerar novos valores e modos de vida sustentáveis (RIBEIRO *et al.*, 2017). A interação entre as formas de produzir e comercializar, e a forma de consumir e alimentar, são cruciais para desenvolver práticas sustentáveis, tanto de produção quanto de consumo (CASSOL, SCHNEIDER, 2015).

A saúde pública e a pesquisa ecológica têm revelado, cada vez mais, problemas com o uso de agrotóxicos, que são tóxicos para os seres humanos e animais silvestres, além de perturbadores dos ecossistemas naturais. Em relação às contaminações, destaca-se que existem dois tipos de intoxicações: a) intoxicação aguda, em que há um contato recente com o produto químico, cujos sintomas são similares a uma multiplicidade de enfermidades; e b) intoxicação crônica, causada pelo contato direto e prolongado com o produto e associado com ocorrência de doenças como insuficiências renais, distúrbios neurológicos, paralisia, lesões hepáticas, alterações comportamentais, dentre outros (LONDRES, 2011). Além disso, o uso indiscriminado e crescente de fertilizantes químicos e agrotóxicos tem levado à poluição da água, lençóis freáticos e solos, com consequências ecológicas e sanitárias trágicas e empobrecimento da biodiversidade em todo o mundo (MORIN, 2013).

Ressalta-se que a discussão sobre alimentação e sustentabilidade teve início com a problemática sobre a possibilidade de “alimentar nove bilhões de habitantes em 2050, sem degradar a terra de modo irreversível e com dieta alimentar que contribua para a sustentabilidade, ao mesmo tempo em que garanta a saúde e o bem-estar das pessoas” (CONTE, BOFF, 2013). Assim, os modelos agrícolas que visam a promoção da saúde apresentam importância socioeconômica e ambiental, além de potencial para contribuir para o que é definido como “agricultura sensível à nutrição” (MALUF *et al.*, 2015).

Essa definição norteia-se pela perspectiva dos “determinantes sociais da saúde”, considerando que a promoção da alimentação saudável, e com ela a garantia da SAN, terão origem com a adoção de sistemas alimentares mais justos socialmente e ambientalmente sustentáveis. Uma “agricultura sensível à nutrição” seria, portanto, direcionada pelo modelo da agricultura familiar de base agroecológica, para obtenção de maior autonomia dos agricultores perante as grandes corporações de produção de alimentos e garantia de sistemas de produção baseados em circuitos que aproximam o produtor com o consumidor (MALUF *et al.*, 2015).

Foi a partir desta discussão que emergiu então, na área da nutrição e saúde coletiva, a discussão sobre impactos dos modelos hegemônicos de produção e processamento de alimentos sobre os padrões alimentares e saúde da população. Em 2003, a Organização Mundial de Saúde (OMS) recomendou por meio da *Estratégia Global para a Promoção da Alimentação Saudável, Atividade Física e Saúde*, que os governos formulassem e atualizassem, periodicamente, diretrizes nacionais sobre alimentação e nutrição, levando em conta as mudanças nos hábitos alimentares e nas

condições de saúde da população e o progresso no conhecimento científico (WHO, 2003).

Assim, no Brasil, o *Guia Alimentar para a População Brasileira* representa uma das estratégias para implementação da diretriz de promoção da alimentação adequada e saudável que integra a Política Nacional de Alimentação e Nutrição. A diretriz de promoção da alimentação adequada e saudável compreende um conjunto de estratégias que objetivam proporcionar aos indivíduos e coletividades a realização de práticas alimentares apropriadas, com orientação para que os alimentos *in natura* ou minimamente processados sejam a base da alimentação nutricionalmente balanceada, saborosa, culturalmente apropriada e promotora de um sistema alimentar socialmente e ambientalmente sustentável (BRASIL, 2014).

Cabe destacar a possível relação entre a produção de alimentos ultraprocessados e o modelo do agronegócio direcionado para os mercados internacionais de *commodities* agropecuárias, tais como grãos e carnes (SCHNEIDER, 2010). Esses mercados podem ser caracterizados pela produção de matéria-prima para a indústria, além do uso de agrotóxicos e emissão de dióxido de carbono e metano, dentre outros gases de efeito estufa, na produção, transporte e processamento de alimentos (MONTEIRO *et al.*, 2013).

Soma-se a isso, a preocupação ecológica decorrente da tendência de aumento de consumo de alimentos ultraprocessados, que gera resíduos ambientais - as embalagens (RIBEIRO *et al.*, 2017). Desta forma, o consumo de alimentos provenientes da agricultura familiar de base agroecológica bem como o preparo dos alimentos, respeitando os saberes e culturas, devem ser incentivados, conforme discutido a seguir.

### **Da produção ao consumo de alimentos: a valorização dos saberes e culturas**

A agricultura familiar é responsável pela produção dos principais alimentos consumidos internamente no Brasil, sobretudo em termos de variedade, possibilitando a oferta de alimentação adequada e saudável aos brasileiros. Valorizar os alimentos provenientes da agricultura familiar é uma forma de proteger e conservar o patrimônio imaterial e genético, fortalecer o abastecimento alimentar em localidades distantes e dinamizar as economias locais (MDS, 2018a).

Dessa forma, o ato de comer é muito mais abrangente que consumir alimentos e ingerir nutrientes. A escolha dos alimentos envolve os aspectos socioculturais, biológicos, fisiológicos, afetivos, sensoriais e ambientais. Ter acesso a alimentos provenientes de produção agroecológica é parte do processo de promoção da alimentação adequada. A disponibilidade de abastecimento de alimentos saudáveis impacta nas escolhas das pessoas, da comunidade e das instituições, que precisam considerar, também, as perdas, os desperdícios e o destino dos resíduos neste processo. Assim, valorizar as culturas locais/regionais é sinônimo de respeito aos diferentes saberes das comunidades (MONTEIRO *et al.*, 2015; MDS, 2018b).

Desse modo, a valorização das diferentes expressões da cultura alimentar, do fortalecimento de hábitos regionais, da redução do desperdício de alimentos e as dimensões relacionadas à sustentabilidade devem ser consideradas na promoção da alimentação adequada e saudável, conforme recomendações do Guia Alimentar para a População Brasileira (BRASIL, 2014).

Neste contexto, destaca-se a importância do resgate e incentivo do consumo de plantas alimentícias não convencionais (PANC). Estas são consideradas patrimônio biológico, social e cultural das populações, que deve ser divulgado e perpetuado; configuram-se como recurso alimentar com potencial de enfrentar o problema da fome e reduzir o desperdício de alimentos convencionais no Brasil e no mundo, promovendo soberania alimentar; além de serem um incentivo econômico para a agricultura familiar, favorecendo proteção ambiental e o desenvolvimento sustentável, dentre outros aspectos (BRASIL, 2010; KINUPP, 2014).

### **Plantas alimentícias não convencionais na culinária agroecológica: aspectos nutricionais**

As PANC são definidas como plantas ou partes de plantas utilizadas na alimentação tradicional de populações de diferentes regiões, muitas vezes confundidas com ervas daninhas ou simplesmente “mato” (BRASIL, 2010; KINUPP, 2014). O consumo das PANC vem sendo reduzido devido ao aumento do consumo de alimentos industrializados e ao fácil acesso às hortaliças convencionais, de produção em grande escala, nos centros de comércio e à perda do conhecimento da população sobre estes alimentos regionais (BRASIL, 2010; KINUPP, 2014; SANTOS, 2016).

É importante ressaltar que a categorização de PANC é variável, sendo que um alimento pode ser corriqueiramente consumido em determinada região (sendo considerado convencional) e, em outro local, ser considerado não convencional, como é o caso da Vinagreira, cujo consumo no Maranhão é comum, porém em outras regiões, não; ou em relação às partes comestíveis dos alimentos como a bananeira, que tem a banana, como seu produto convencional, enquanto o palmito e o coração são considerados partes comestíveis não convencionais (KINUPP, 2014).

Por serem fontes de vitaminas, minerais, fibras e compostos bioativos, as hortaliças em geral podem e devem ser consumidas para prevenir a deficiência de micronutrientes, auxiliar na prevenção de excesso de peso e/ou obesidade e de doenças crônicas não transmissíveis, como hipertensão arterial, diabetes e câncer (BRASIL, 2014). A Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda a ingestão de 400 g ou mais de frutas e hortaliças diariamente, valor que corresponde a 5 porções destes alimentos por dia (WHO, 2003 apud BRASIL, 2019). O relatório do VIGITEL de 2018 apontou que o consumo regular (em 5 ou mais dias da semana) de frutas e hortaliças pela população adulta brasileira foi de apenas 33,9 % (BRASIL, 2019).

Resgatar e valorizar o consumo de PANC nas comunidades é uma estratégia para atender as recomendações de consumo de hortaliças, porém alguns aspectos nutricionais precisam ser considerados. As PANC possuem composição nutricional heterogênea e necessita-se mais estudos sobre o valor nutricional das diferentes espécies. Fibras, minerais e vitaminas estão presentes em sua maioria. Muitas são fontes de ferro e cálcio, como o almeirão, azedinha, beldroega, maxixe e a taioba. Entretanto, estudos são necessários para avaliar a biodisponibilidade desses nutrientes. Quanto ao conteúdo de macronutrientes, como as proteínas, os dados disponíveis na literatura devem ser analisados com cautela. Por exemplo, cita-se a bertalha, o feijão-mangalô e o ora-pro-nóbis, cujo teores de proteínas são superiores a 20 %, entretanto os dados referem-se à base seca (KINUPP, LORENZI, 2014; SANTOS, 2016). Oliveira *et al.* (2019)

observaram teor de 2,8 e 1,9 % de proteínas no ora-pro-nóbis cru e cozido, respectivamente.

O valor nutricional, possíveis propriedades funcionais demonstradas em estudos experimentais com animais e usos culinários de algumas PANC consumidas em Minas Gerais, estão descritos no Quadro 1.

**Quadro 1.** Valor nutricional e forma de consumo de algumas PANC do estado de Minas Gerais.

Hortaliça	Nomes populares	Valor nutricional	Possíveis propriedades funcionais	Uso culinário
<b>Azedinha</b> ( <i>Rumex acetosa</i> L.)	azedeira, azedinha-da-horta	vitaminas A, C e K, fibras, proteína, antioxidantes, cálcio, ferro e fósforo	efeito anti-inflamatório, antioxidante e proteção contra úlceras gástricas	folhas: sabor suave semelhante ao vinagre; saladas cruas ou refogadas; suco verde; sopas e molhos
<b>Beldroega</b> ( <i>Portulaca oleracea</i> L.)	verdolaga, salada-de-negro, caaponga, porcelana	potássio, cálcio, ferro, ácidos graxos ômega 3, vitaminas A, C e do Complexo B, melatonina, ácido oxálico	efeito neuroprotetor contra a doença de alzheimer, redução da glicemia, LDL, triglicerídeos e da pressão arterial e aumento dos níveis de HDL e insulina	talos e folhas: saladas cruas ou refogadas; sucos; ensopados; sopas e recheios
<b>Bertalha</b> ( <i>Basella alba</i> L.)	bertalia, folha-tartaruga, espinafre indiano, espinafre-de-malabar, espinafre-do-ceilão	cálcio, ferro, zinco, manganês, vitaminas A, C e E, proteína	redução do colesterol total e LDL, aumento do HDL e de enzimas de função protetora da parede dos vasos sanguíneos em animais, com efeito contra a aterosclerose	folhas: sabor semelhante ao espinafre, usada refogada, em sopas e omelete

Continuação Quadro 1

Hortaliça	Nomes populares	Valor nutricional	Possíveis propriedades funcionais	Uso culinário
<b>Capuchinha</b> ( <i>Tropaeolum majus</i> L.)	flor-de-chagas, flor-de-sangue, papagaios, agrião-do-méxico, espora-de-galo	zinco, ferro, cobre, manganês, potássio, vitamina C, carotenoides (luteína, zeaxantina, alfa e beta caroteno), flavonoides, antocianinas	ação anticoagulante com efeito benéfico em doenças cardiovasculares	folhas, caules novos e flores: sabor picante semelhante ao agrião; saladas cruas; uso em charuto; patê verde; frutos em conserva: sabor semelhante a alcaparras
<b>Ora-pro-nóbis</b> ( <i>Pereskia aculeata</i> Mill)	lobrobô, carne-de-pobre	aminoácidos essenciais, ferro, cálcio, fibras solúveis, manganês, zinco	controle da glicemia, redução do colesterol LDL, ação protetora de extratos das folhas contra a proliferação de células características de tumores de mama	folhas e flores: pães; farinha; frango ensopado; angu; omelete e sopas; frutos: geleia; licor
<b>Taioba</b> ( <i>Xanthosoma taioba</i> )	taiá, inhame-de-folha, macabo, mangará	vitaminas A, C e do complexo B, ferro, fósforo, cálcio, fibras solúveis, ácido oxálico	redução do risco de câncer de côlon, da gordura hepática, peso corporal, da concentração de colesterol sérico e da glicemia	uso exclusivamente cozido devido ao oxalato de cálcio presente nas folhas, que causa irritação e interferem na absorção dos demais nutrientes. folhas e caules: refogadas; rizomas: purês; cozidos e fritos

**Fontes:** MAPA, 2010; KINUPP, LORENZI, 2014; SANTOS, 2016; PASCHOAL, BAPTISTELLA, SOUZA, 2017; SILVA *et al.* 2018.

## Estratégias dietéticas para melhoria dos aspectos nutricionais de hortaliças agroecológicas

O termo hortaliças é genérico para verduras e legumes e refere-se a plantas ou partes das plantas que servem para consumo humano. Podem ser folhas, flores, bulbos, caules, frutos, sementes, tubérculos e raízes (ARAÚJO *et al.*, 2015). Dessa forma, a maioria das PANC faz parte do grupo das hortaliças.

O consumo de hortaliças cruas pode contribuir para o melhor aproveitamento de alguns nutrientes nelas presentes, especialmente as vitaminas termossensíveis e compostos antioxidantes. Entretanto, outros nutrientes e compostos bioativos têm sua biodisponibilidade melhorada com o emprego de algumas estratégias dietéticas, incluindo a cocção (ARAÚJO *et al.*, 2015).

A seguir são listados nutrientes e compostos bioativos presentes em hortaliças, incluindo as PANC, e técnica dietética para melhor aproveitamento nutricional, segundo Ornellas (2007), Campos (2009) e Paschoal *et al.* (2017).

- **Carotenoides:** presentes nos vegetais de cor amarela, laranja, vermelho e verde-escuro, principalmente. No organismo humano, alguns carotenoides são convertidos em vitamina A, em especial o betacaroteno. Por serem lipossolúveis, a presença de uma fonte lipídica melhora a absorção. Entretanto, a acidez e exposição prolongada ao calor reduzem a atividade da vitamina A dos carotenoides. Preparações expostas ao calor por pequeno período de tempo (refogar, saltear, dourar) adicionadas de azeite/óleo/gordura ajudam no melhor aproveitamento nutricional de carotenoides.

Exemplo de preparação culinária: mostarda refogada.

- **Vitamina C:** importante antioxidante natural hidrossolúvel presente em muitas hortaliças e frutas, especialmente as cítricas. Sofre degradação de 5 a 70 % quando exposta ao calor de 150 °C por mais de 30 minutos em meio alcalino, enquanto sua estabilidade aumenta com a diminuição da temperatura. Desta forma, recomenda-se o consumo dos alimentos crus ou cozidos por pouco tempo por calor seco ou úmido.

Exemplo de preparação culinária: salada de maxixe, azedinha e capuchinha com azeite.

- **Minerais:** ocorrem muitas perdas devido à dissolução em meio aquoso. Vegetais cozidos em água podem perder de 10 a 50 % de ferro, cálcio e fósforo. Para reduzir estas perdas, recomenda-se sempre que possível consumir as hortaliças cruas, ou usar métodos de cocção por calor seco, como grelhar, assar, dourar, refogar e fritar; ou então, por calor úmido por pouco tempo, como cocção por pressão, por vapor e cocção em água em ebulição. Destacando-se o ferro, sabe-se que sua biodisponibilidade aumenta na presença de vitamina C. Desta forma, é interessante o consumo de hortaliças fontes de ferro associadas com frutas cítricas.

Exemplo de preparação culinária: suco de azedinha com acerola.

- **Ácido Oxálico:** é um componente considerado "fator antinutricional" por ligar-se e interferir na absorção de nutrientes como cálcio, ferro, zinco e magnésio. Desta forma, deve ser neutralizado por meio da cocção em calor úmido ou seco, ou cocção mista.

Exemplos de preparações culinárias: taioba refogada; bolinho assado de espinafre com arroz (neste caso, proceder à cocção rápida do espinafre, com descarte da água, antes de preparar a massa).

- Compostos fenólicos: importante classe de antioxidantes naturais como, por exemplo, os flavonoides e as isoflavonas. A cocção em água fervente aumenta as perdas destes componentes. Desta forma, recomenda-se o reaproveitamento da água de cocção e/ou o uso de calor seco (grelhar, saltear, fritar) na cocção de alimentos que contêm tais substâncias.

Exemplo de preparação culinária: arroz com vinagreira roxa.

### Considerações Finais

A utilização de alimentos agroecológicos na culinária é uma estratégia que contribui para a promoção da alimentação saudável e sustentável, bem como para o fortalecimento da agricultura familiar. Para isso, é importante a aproximação dos produtores com os consumidores, sobretudo por meio de circuitos curtos de comercialização como as feiras, bem como o incentivo ao plantio de hortas/pomares, com resgate de alimentos tradicionais. Ao mesmo tempo, deve-se realizar ações de educação alimentar como oficinas culinárias e Cozinhas-show, com demonstração da aplicação prática dos alimentos em preparações culinárias visando o incentivo ao consumo e valorização dos mesmos.

### Referências

AGRICULTURA. **Sustainable diets and biodiversity: directions and solutions for policy, research and action.** Biodiversity and sustainable diets united against hunger. Rome: Food and Agricultural Organization, 2010.

ARAÚJO, W.M.C. **Alquimia dos Alimentos.** 3ª ed. Brasília: Editora SENAC-DF, 2015.

BRASIL. Decreto no 7.272, de 25 de agosto de 2010. Cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional – SISAN com vistas em assegurar o direito humano à alimentação adequada, institui a Política Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional – PNSAN, estabelece os parâmetros para a elaboração do Plano Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, ago. 2010.

BRASIL, Lei nº 11.346 de 24 de Julho de 2006. Cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional – SISAN com vistas em assegurar o direito humano à alimentação adequada e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, jul. 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Hortaliças não-convencionais.** Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. Brasília: MAPA/ ACS, 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Guia alimentar para a população brasileira.** Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica. – 2. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2014.

- BRASIL. Ministério da Saúde. **Vigitel Brasil 2018: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico**. Brasília – DF, 2019.
- CAMPOS, F. M. *et al.* Estabilidade de compostos antioxidantes em hortaliças processadas: uma revisão. **Alimentação e Nutrição**, v. 19, n. 4, p. 481-490, 2008.
- CAROLAN, M. **The sociology of food and agriculture**. London; New York: Routledge, 2012.
- CASSOL, A.; SCHNEIDER, S. Produção e consumo de alimentos: novas redes e atores. **Lua Nova**, n. 95, p. 143-180, 2015.
- CONTE, I. I.; BOFF, L. A. As crises mundiais e a produção de alimentos no Brasil. **Acta Scientiarum: Human and Social Sciences**, v. 35, n. 1, p.49-59, 2013.
- KINUPP, V. F.; LORENZI, H. **Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) no Brasil**. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, São Paulo, 2014.
- LEÃO, M. **O direito humano à alimentação adequada e o sistema nacional de segurança alimentar e nutricional**. Brasília: ABRANDH, 2013.
- LONDRES, F. **Agrotóxicos no Brasil: um guia para ação em defesa da vida**. AS-PTA – Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa: Rio de Janeiro, 2011.
- MALUF, R. S. *et al.* Nutrition-sensitive agriculture and the promotion of food and nutrition sovereignty and security in Brazil. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 20, n. 8, p. 2303-12, 2015.
- MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO SOCIAL – MDS. **Compras Institucionais para Promoção da Alimentação Adequada e Saudável. As contribuições do Programa de Aquisição de Alimentos**. Brasília, DF, 2018a.
- MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO SOCIAL – MDS. **Princípios e Práticas para Educação Alimentar e Nutricional**. Brasília, DF, 2018b.
- MONTEIRO, C. A. *et al.* Dietary guidelines to nourish humanity and the planet in the twenty-first century. A blueprint from Brazil. **Public Health Nutrition**, v. 18, n. 13, p. 2311-22, 2015.
- MONTEIRO, C. A. *et al.* Ultra-processed products are becoming dominant in the global food system. **Obesity Reviews**, v. 14, n. 2, p. 21-8, 2013.
- OLIVEIRA, H. A. B. *et al.* Nutritional value of non-conventional vegetables prepared by Family farmers in rural communities. **Ciência Rural**, v.49, n. 8, p. 1-10, 2019.

PASCHOAL, V.; BAPTISTELLA, A. B.; SOUZA, N. S. **Nutrição funcional e sustentabilidade: alimentando um mundo saudável**. São Paulo: Editora Valéria Paschoal, 2017.

PETRINI, C. **Slow Food**: princípios da nova gastronomia. São Paulo: Editora Senac. 2009.

RIBEIRO, H.; JAIME, P. C.; VENTURA, D. Alimentação e sustentabilidade. **Estudos Avançados**, v. 31, n. 89, p. 185-198, 2017.

SANTOS, I. C. **Banco de hortaliças não convencionais da EPAMIG São João Del-Rei**. EPAMIG SUL-CERN. Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2016.

SCHNEIDER, S. Situando o desenvolvimento rural no Brasil: o contexto e as questões em debate. **Revista de Economia Política**, v. 30, n. 3, p. 511-31, 2010.

SILVA, L. F. L. *et al.* Nutritional evaluation of non-conventional vegetables in Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 90, n. 2, p. 1775-1787, 2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases**: Report of a joint. WHO/FAO Expert consultation. Geneva: World Health Organization, 2003.

# CAPÍTULO 27

## A AGRICULTURA FAMILIAR NO PROGRAMA NACIONAL DE ALIMENTAÇÃO ESCOLAR (PNAE): EXPERIÊNCIAS, POTENCIALIDADES E DESAFIOS

Paula Torres Trivellato e Silvia Eloiza Priore

### Introdução

O Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) iniciou na década de 50 com a distribuição de alimentos em áreas de regiões específicas do Brasil, que se destacavam pela alta incidência de desnutrição e mortalidade infantil. Os alimentos distribuídos eram principalmente processados e desidratados, originados de mecanismos internacionais de doações (PEIXINHO, 2013).

Durante anos o PNAE foi executado através da distribuição de alimentos pelo Governo Federal, inicialmente os recebidos de doações internacionais e posteriormente os adquiridos da indústria alimentícia brasileira. Na década de 90 houve a descentralização da alimentação escolar, com o início dos repasses financeiros do Governo Federal aos estados e municípios para aquisição de alimentos. Assim, o PNAE iniciou nova trajetória, com destaque para oferta de alimentos regionais e *in natura* (SANTOS, COSTA, BANDEIRA, 2016).

A autonomia dos estados e municípios na aquisição de alimentos sempre foi regulamentada pelas leis e resoluções federais. Dentre as regulamentações, desde 2001 inclui-se a obrigatoriedade de aquisição de 70 % dos recursos repassados com alimentos básicos, dando prioridade aos semielaborados e *in natura*, fortalecendo o respeito aos hábitos alimentares regionais e à vocação agrícola local, como descrito na Medida Provisória nº 2.178-36 (BRASIL, 2001).

Com mais de 60 anos de trajetória, o PNAE percorreu longo caminho até oferecer uma alimentação regular, adequada e saudável a seus beneficiados. Grande avanço na qualidade da alimentação escolar foi a promulgação da Lei 11.947 de 2009. A Lei priorizou a qualidade nutricional e o respeito aos hábitos alimentares regionais e instituiu a obrigatoriedade de nutricionista responsável técnico.

Além disso, dinamizou as diretrizes do Programa e fortaleceu o respeito à vocação agrícola local e à segurança alimentar e nutricional (SAN) ao incluir, obrigatoriamente, a agricultura familiar como público fornecedor prioritário (BRASIL, 2009).

A inclusão da agricultura familiar reformulou a atuação das Entidades Executoras do PNAE (estados, municípios e instituições federais de ensino) ao exigir que pelo menos 30 % dos recursos repassados pelo Governo Federal seja gasto com alimentos da agricultura familiar local por instrumento de compra diferenciado (BRASIL, 2009).

Dessa forma, o PNAE atua nas perspectivas da promoção da SAN, bem como do Direito Humano à Alimentação Adequada (DHAA). Isso porque o Programa busca integrar a oferta de alimentação adequada e saudável, elencando saúde, educação alimentar e nutricional e a participação da agricultura familiar, com o intuito de trazer maior variedade de alimentos regionais, principalmente alimentos *in natura*, bem como movimentar o mercado agrícola familiar, contribuindo para a oportunidade de trabalho e renda no meio rural (SARAIVA *et al.*, 2013; RIGON, BEZERRA, 2014).

Mesmo com o estabelecido em lei, há municípios que não realizam a compra de alimentos da agricultura familiar local para alimentação escolar ou não atingem o mínimo estipulado. O não cumprimento está atrelado a barreiras vividas pelo meio rural brasileiro, como falta de instrução, produção e fornecimento regular, e também vivida pelo setor público que desconhece ou não viabiliza os procedimentos de compra (SARAIVA *et al.*, 2013; VILLAR *et al.*, 2013). Assim, este capítulo objetivou registrar as etapas de aquisição de alimentos da agricultura familiar para a alimentação escolar, bem como as potencialidade e desafios desta medida.

### **A conquista da inclusão da agricultura familiar no PNAE**

A luta de classes trabalhadoras do campo e a atenção governamental dada à insegurança alimentar, principalmente no meio rural, convergiu em diferentes ações e programas nessa área nos anos 2000. Uma das conquistas foi a inclusão, de maneira especial e direcionada, da agricultura familiar no mercado institucional do PNAE (HAWKES *et al.*, 2016). Com o artigo 14 da Lei 11.947 de 2009, instituiu-se a obrigatoriedade da compra de alimentos da agricultura familiar para alimentação escolar.

Art. 14. Do total dos recursos financeiros repassados pelo FNDE, no âmbito do PNAE, no mínimo 30 % deverão ser utilizados na aquisição de gêneros alimentícios diretamente da agricultura familiar e do empreendedor familiar rural ou de suas organizações, priorizando-se os assentamentos da reforma agrária, as comunidades tradicionais indígenas e comunidades quilombolas.

Assim, o PNAE iniciou os passos de uma nova caminhada em prol da promoção da SAN. A compra de alimentos da agricultura familiar para o PNAE tem dois focos de beneficiados; as famílias rurais, apoiando a produção de alimentos de base familiar e com isso meio de trabalho e sobrevivência no campo, e os alunos atendidos pelo Programa, com oferta de alimentos variados, frescos e locais (TRICHES, SCHNEIDER, 2010; FERIGOLLO *et al.*, 2017).

As compras públicas, no entanto, requerem especificidades e etapas para conclusão e correto andamento. Essa nova estratégia de SAN exigiu novas formas de trabalho e meios de aquisição de alimentos por parte das Entidades Executoras do PNAE, que executam os recursos para fornecimento de alimentação escolar. Ressalta-se que o PNAE é regulamentado e fomentado pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), que repassa recursos para aquisição exclusiva de alimentos para alunos matriculados na educação básica da rede pública municipal, estadual e federal (BRASIL, 2009).

O início da participação da agricultura familiar no PNAE foi tortuoso. Os mecanismos para a aquisição dos alimentos foram aos poucos sendo esclarecidos e o receio da compra foi minimizado com a prática e respaldo legal da mesma. Essa 'novidade' na alimentação escolar demandou esforços, conhecimentos e habilidades do setor público e da agricultura familiar e seus parceiros (sindicatos, EMATER) (ELIAS *et al.*, 2019).

As Entidades Executoras que tinham como principal ferramenta a licitação com o menor preço como processo legal para a aquisição de alimentos no serviço público, tiveram que se adaptar à modalidade de compra por dispensa de licitação, via chamada pública, para aquisição exclusiva de alimentos da agricultura familiar assegurada pela Lei 11947 de 2009 (BRASIL, 2009; BRASIL, 2020).

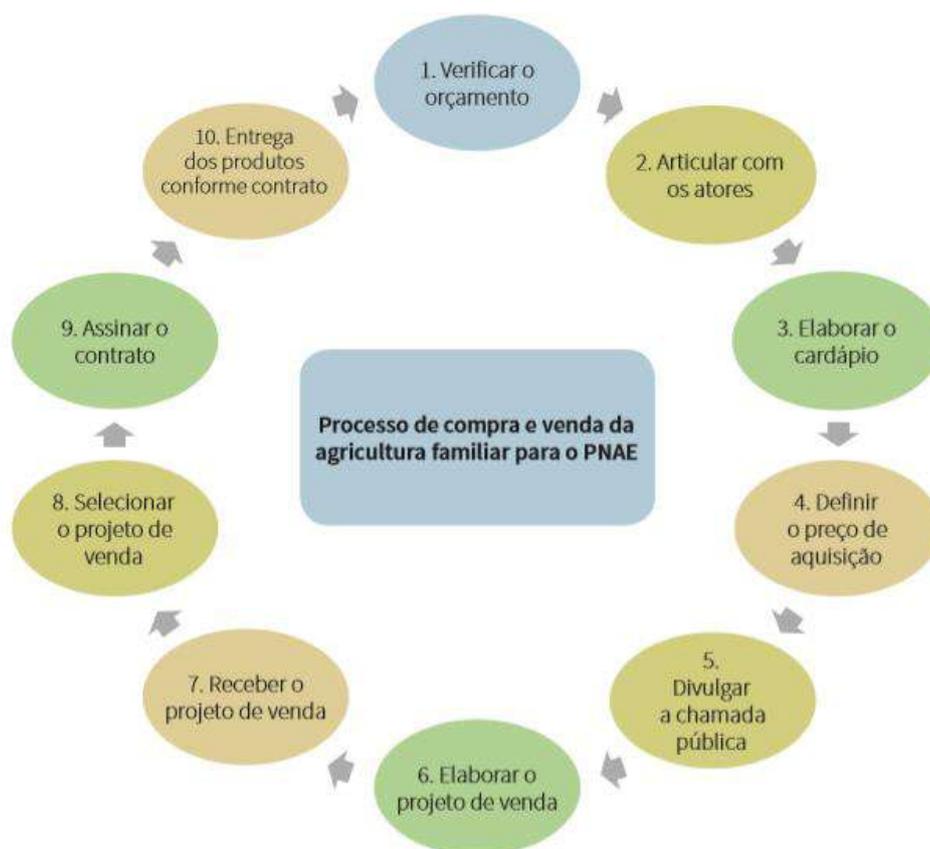
Este novo cenário comercial enfrentou o desconhecimento do público rural, com dificuldades de acessos à internet e documentação. A agricultura familiar se viu como fornecedora direta tendo que formalizar suas atividades, com responsabilidades contratuais e atender exigências de qualidade, embalagem e apresentação (ELIAS *et al.*, 2019). Iniciaram-se assim, junto a inovação do PNAE, vários desafios da implementação do artigo 14.

A fim de orientar e alavancar a compra institucional, o FNDE instituiu o Comitê Gestor formado por representantes do Governo Federal, e o Grupo Consultivo com a participação de representantes da sociedade civil, representantes do Conselho Nacional de Secretários de Estados da Educação (CONSED) e da União Nacional dos Dirigentes Municipais de Educação (UNDIME), com fins de assessorar o Comitê Gestor. Com isso, foram feitas ações e materiais para instrução e esclarecimento sobre a compra institucional do PNAE (PEIXINHO, 2013). O início da implementação do artigo 14 demandou muitos esforços do Governo Federal e das Entidades Executoras para compreender, divulgar e executar a Lei.

### **Passo a passo para aquisição de alimentos da agricultura familiar para o PNAE**

O esquema a seguir representa os passos para formalizar a aquisição de alimentos da agricultura familiar para o PNAE (Figura 1).

- Orçamento: reconhecer o valor anual repassado pelo FNDE às Entidades Executoras para manutenção da alimentação escolar e programar pelo menos 30 % para compra de alimentos da agricultura familiar local;
- Articulação intersetorial: reconhecer os setores e atores que participam do processo de compra para firmar parcerias para mapeamento agrícola e contato com a agricultura local;
- Elaborar cardápio: os cardápios devem ser elaborados pelo nutricionista responsável técnico da alimentação escolar, contemplando a produção local da agricultura familiar, definindo os itens e suas quantidades para aquisição;



**Fonte:** Governo Federal. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação - FNDE. <http://www.fnde.gov.br/component/k2/item/5842-folder-pnae>.

**Figura 1.** Figura retirada de material educativo elaborado pelo FNDE sobre o passo a passo para a aquisição de alimentos da agricultura familiar para o PNAE.

- Pesquisa de preço: após reconhecimento dos alimentos disponíveis localmente e das quantidades necessárias para manutenção dos cardápios, segue-se para a pesquisa de preço. O preço de aquisição dos alimentos da agricultura familiar deverá ser dado pela média de pelo menos três mercados varejistas locais, priorizando a feira da agricultura familiar e incluindo gastos com frete, embalagem e outros, não havendo disputa de preço entre os agricultores;
- Elaboração e divulgação da chamada pública: o edital de chamada pública é elaborado pela Entidade Executora e direcionado à aquisição de alimentos da agricultura familiar. Deve conter informações como: objetivo, itens, preço de aquisição, quantidades, locais e cronograma de entrega, documentação exigida, prazos, etc. Além disso, a chamada pública deve ser divulgada por no mínimo 20 dias em veículos de comunicação local;
- Elaboração dos projetos de venda: os agricultores ou grupos formais e informais que interessarem em fornecer para a alimentação escolar devem elaborar proposta de fornecimento de alimentos contendo dados pessoais, variedade dos produtos,

quantidade e preço dos alimentos de acordo com o divulgado na chamada pública e dentro do prazo estipulado;

- Seleção e habilitação dos projetos de venda: a seleção dos projetos de venda é feita conforme critérios de prioridades estabelecidos pelo PNAE. Primeiro seleciona os fornecedores locais respeitando as seguintes prioridades: 1º) assentados e comunidades indígenas e quilombolas, 2º) fornecedores certificados como orgânicos ou agroecológicos, 3º) grupos formais detentores de DAP<sup>1</sup> jurídica, 4º) grupos informais, sendo estes agricultores com DAP física organizados em grupos e 5º) agricultores individuais. Não obtendo fornecedores locais, segue para recebimento de proposta de outros fornecedores do território rural, tendo prioridade aqueles da região Geográfica Imediata e por último da Região Geográfica Intermediária, conforme classificação do IBGE;
- Contrato entre as partes: o contrato deve ser firmado entre a Entidade Executora e agricultores, devendo ser claro, conter os direitos e deveres das partes em conformidade com o estabelecido na chamada pública e não ultrapassar 20 mil reais por ano/por DAP/por Entidade Executora;
- Entrega dos produtos: a entrega deve respeitar o cronograma do edital de chamada pública e o contrato. No ato da entrega o responsável pelo recebimento e o agricultor familiar devem assinar o termo de recebimento contendo a descrição dos alimentos entregues, quantidade e data. O termo deve ser usado como comprovante para pagamento e este deve ser efetuado conforme firmado em contrato.

Para as etapas de pesquisa de preço, edital de chamada pública, projeto de venda e contrato há modelos atualizados em anexo na Resolução FNDE nº 06 de 8 de maio de 2020. Assim, as Entidades Executoras podem utilizar a documentação mais adequada conforme estabelecido pelo FNDE.

Ainda no intuito de orientar e monitorar as Entidades Executoras no âmbito das Resoluções do PNAE, em 2006 foi criado os Centros Colaboradores em Alimentação e Nutrição Escolar (CECANEs). Esses Centros são constituídos por meio de parcerias entre o FNDE e Instituições de Ensino e Pesquisa, para prestar apoio técnico e operacional aos estados e municípios na implementação da alimentação saudável nas escolas, incluindo a capacitação aos atores sociais do PNAE, sendo esses nutricionistas, gestores, conselheiros de alimentação escolar, cantineiras e outros profissionais interessados (BRASIL, 2006a).

O CECANE da Universidade Federal de Viçosa (UFV) atua desde 2016 realizando assessoria a municípios mineiros, cursos de capacitação para profissionais envolvidos com a alimentação escolar, oficinas regionais sobre a aquisição de alimentos da agricultura familiar para o PNAE e outras atividades. Assim, o Governo Federal auxilia no cumprimento da legislação e ampara os estados e municípios quanto à execução do PNAE.

---

<sup>1</sup> DAP=Declaração de Aptidão ao Pronaf (Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar). Documento utilizado como instrumento de identificação do agricultor familiar para acessar políticas públicas.

## Dados nacionais da aquisição de alimentos da agricultura familiar para alimentação escolar

A inclusão com prioridade da agricultura familiar no PNAE é dada pelo artigo 14 da Lei 11.947 e normatizada pela Resolução FNDE nº 06 de 2020 e Resolução FNDE nº 20 de 2020, as mais recentes normatizações da legislação, onde é detalhado, entre outros assuntos, os procedimentos para aquisição de alimentos.

Os estados e municípios que recebem recursos federais do FNDE para manutenção da alimentação escolar devem prestar contas desses recursos anualmente através de notas fiscais pagas e assim é verificado a porcentagem de compra que obtiveram ao longo de um ano letivo.

A legislação do PNAE prevê penalidade à Entidade Executora que não cumprir pelo menos 30 % do recurso federal com a agricultura familiar, tendo o recurso correspondente descontado no exercício seguinte, salvo em casos justificados (BRASIL, 2020).

De acordo com dados disponíveis no site do FNDE, compilados a partir das prestações de contas dos estados e municípios, é possível visualizar a evolução da aquisição de alimentos da agricultura familiar para o PNAE. Há variações no número de municípios registrados por ano, mas é possível avaliar que a proporção dos que adquiriram mais de 30 % dos recursos federais com alimentos da agricultura familiar foi aumentando com o decorrer dos anos (Quadro 1).

**Quadro 1.** Evolução da aquisição de alimentos da agricultura familiar para alimentação escolar pelos municípios brasileiros de 2011 a 2017.

Ano	Aquisição < 30 %	Aquisição ≥ 30 %	Total de municípios avaliados
2011	73 % (n= 3840)	27 % (n=1437)	5250
2012	70 % (n=3656)	30 % (n=1587)	5243
2013	65 % (n=3588)	35 % (n=1945)	5535
2014	58 % (n=3211)	42 % (n=2290)	5501
2015	54 % (n=3006)	46 % (n=2546)	5549
2016	56 % (n=3002)	44 % (n=2331)	5333
2017	51 % (n=2838)	49 % (n=2728)	5566

**Fonte:** [www.fn.de.gov.br/programas/pnae/dadosdaagriculturafamiliar](http://www.fn.de.gov.br/programas/pnae/dadosdaagriculturafamiliar).

Em relação à aquisição nos primeiros anos iniciais da obrigatoriedade é compreensível o não atendimento pela maioria das Entidades Executoras, visto a inovação do processo e morosidade do mesmo.

Observa-se que é pequena a proporção de estados que atingiram o mínimo de 30 %, segundo os dados apresentados pelo FNDE (Quadro 2). As Secretarias Estaduais de Educação majoritariamente utilizam o tipo de gestão escolarizada, onde a Entidade Executora, no caso a Secretaria Estadual de Educação, repassa recursos próprios e os recebidos do FNDE para as escolas estaduais efetuarem a aquisição de alimentos (BRASIL, 2020).

**Quadro 2.** Evolução da aquisição de alimentos da agricultura familiar para alimentação escolar pelas Secretarias Estaduais de Educação de 2011 a 2017.

Ano	Aquisição < 30 %	Aquisição ≥ 30 %	Total de Unidades Federativas
2011	100 % (n=27)	0 %	27
2012	100 % (n=27)	0 %	27
2013	89 % (n= 24)	11 % (n=3)	27
2014	85 % (n=23)	15 % (n=4)	27
2015	93 % (n=25)	7 % (n=2)	27
2016	78 % (n= 21)	22 % (n=6)	27
2017	78 % (n= 21)	22 % (n=6)	27

**Fonte:** [www.fnde.gov.br/programas/pnae/dadosdaagriculturafamiliar](http://www.fnde.gov.br/programas/pnae/dadosdaagriculturafamiliar).

A organização municipal difere da estadual e federal. Nos municípios prevalece a forma de gestão centralizada, onde a Prefeitura é responsável pela compra e distribuição dos alimentos às escolas (BRASIL, 2020). As Prefeituras possuem diferentes setores onde acontece todo o processo de aquisição de alimentos, tendo como responsáveis principais pelo PNAE as Secretarias Municipais de Educação e nutricionistas, perpassando pelos setores de compras e licitações, contabilidade, procuradoria, entre outros necessários para execução de políticas e programas. Essa estrutura amplia o apoio ao cumprimento da legislação.

No site do FNDE é possível acompanhar a evolução da aquisição dos estados e municípios, porém não foram encontrados dados públicos sobre a aquisição de alimentos da agricultura familiar pelas instituições de ensino federais que recebem recursos do PNAE. Dados mais recentes a partir de 2018 ainda não foram publicados de forma compilada como nos anos aqui apresentados.

Dentre o fornecimento de alimentos por parte da agricultura familiar há prioridade por aqueles certificados como orgânicos ou agroecológicos. O Artigo 23 da Resolução FNDE nº 06 de 2020 ressalta que:

Art. 23 A aquisição de gêneros alimentícios, no âmbito do PNAE, deverá obedecer ao cardápio planejado pelo nutricionista, observando as diretrizes desta Resolução, e deverá ser realizada, sempre que possível, no mesmo ente federativo em que se localizam as escolas, priorizando os alimentos orgânicos e/ou agroecológicos.

Conforme os passos descritos para seleção dos projetos de venda dos agricultores familiares aptos a fornecerem ao PNAE, há de se respeitar os critérios de prioridades, sendo que os fornecedores locais são prioritários e dentre esses os fornecedores locais de comunidades indígenas ou quilombolas, seguidos dos agricultores certificados como orgânicos ou agroecológicos (BRASIL, 2020).

No entanto, o relatório do Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (PLANAPO 2016-2019) aponta que apenas 3 % do recurso do FNDE para o PNAE foi usado para compra de orgânicos para as escolas públicas brasileiras em 2015 (BRASIL, 2016). Este dado demonstra a pouca participação de alimentos orgânicos e/ou agroecológicos dentro da alimentação escolar, seja por falta do cumprimento da prioridade pelas Entidades Executoras ou pela baixa oferta desses produtos em municípios brasileiros, visto a complexidade em produzir e certificar nesses moldes (SANTOS *et al.*, 2014).

A aquisição de alimentos orgânicos e/ou agroecológicos precisa ser mais efetiva, começando pelo incentivo à produção e certificação desses, pois somente com alimentos seguros do ponto de vista toxicológico teremos maior promoção de SAN (TRIVELLATO, 2018). Vale ressaltar que a SAN atribui também a consciência de produção de forma sustentável e segura, com isenção de agrotóxicos, em prol da saúde e do meio ambiente, como colocado na Lei Orgânica de Segurança Alimentar de 2006 (BRASIL, 2006b).

### **Principais potencialidades e desafios vividos no processo de aquisição de alimentos da agricultura familiar**

O PNAE tem dentre suas diretrizes o apoio ao desenvolvimento sustentável, com incentivos para a aquisição de gêneros alimentícios diversificados, produzidos em âmbito local e preferencialmente pela agricultura familiar e pelos empreendedores familiares rurais, priorizando as comunidades tradicionais indígenas e de remanescentes de quilombos (BRASIL, 2009).

A pobreza rural e a insegurança alimentar vivida de forma mais prevalente no campo foram as principais motivações para a conquista do mercado institucional do PNAE para a agricultura familiar (HAWKES *et al.*, 2016).

Assim, a potencialidade de maior destaque à essa população é o aumento da renda das famílias fornecedoras, que encontram mercado certo para escoar a produção, sem necessidade de atravessador, combinado à oferta de produtos de valor nutricional e social. A geração de renda para esse público ocasionada pelo PNAE promove o fortalecimento da agricultura familiar, que por sua vez promove o desenvolvimento social e econômico local, que é previsto nas resoluções do Programa. Tal desenvolvimento, mesmo ocorrendo de maneira heterogênea, impulsiona o potencial de crescimento e aperfeiçoamento da agricultura familiar (TRIVELLATO, 2018).

A oportunidade de trabalho no campo por meio de produção de alimentos é benéfica para o resgate e sobrevivência da cultura camponesa, com redução do êxodo rural e emprego da soberania alimentar (TRICHES, SCHNEIDER, 2010).

A melhoria da qualidade de vida é outra potencialidade vista pelos agricultores familiares participantes do PNAE. Essa melhoria é advinda tanto da renda gerada a partir do PNAE, com possibilidade de aquisição de bens e serviços, como da alimentação de qualidade proporcionada aos escolares, através dos alimentos da agricultura familiar dentro das escolas, onde muitas vezes estudam também os filhos de agricultores. Ademais, há possibilidade de aumento da variedade de produção e conseqüentemente de alimentos para autoconsumo nas famílias dos agricultores fornecedores (MEDEIROS *et al.*, 2016; TRIVELLATO, 2018).

Uma sutil potencialidade observada na organização da agricultura familiar participante do PNAE é a presença marcante das mulheres rurais nas tomadas de decisão e organização de produção e fornecimento, dando a elas protagonismo dentro do orçamento familiar (TRIVELLATO, 2018). Outra característica positiva que o PNAE traz é a motivação para a organização da agricultura familiar em associações e cooperativas, visto a prioridade dada a estas dentro do Programa. Os empreendimentos rurais quando organizados conseguem atingir mercados maiores e agregar valor aos produtos (BACCARIN *et al.*, 2017).

Quanto às potencialidades relacionadas à alimentação escolar é salientado o aumento da presença de alimentos *in natura*, frescos, de hábito local, com identidade e maior variabilidade e qualidade. A presença de benefício mútuo é o principal resultado proporcionado (TRICHES, SCHNEIDER, 2010).

A não aquisição de alimentos da agricultura familiar está atrelada a muitos desafios vividos pela gestão pública e pelo meio rural. Muitos desses desafios são superados a medida que a aquisição é efetuada e os arranjos locais acontecem (TRIVELLATO, 2018).

O tipo de gestão parece influenciar no não alcance do percentual mínimo de compra. Municípios com gestão descentralizada, onde as escolas recebem os recursos e efetuam os procedimentos de compra; gestão mista, onde a prefeitura e as escolas dividem os recursos e as responsabilidades pelas compras, ou gestão terceirizada, onde há contratação de empresa privada para fornecimento de alimentação escolar, apresentam menores percentuais de compra (SANTOS, COSTA, BANDEIRA, 2016; MACHADO *et al.*, 2018).

A falta de nutricionista responsável técnico (RT) também impacta negativamente na aquisição de alimentos da agricultura familiar (MACHADO *et al.*, 2018). O RT é primordial em várias etapas do processo, desde a inclusão dos alimentos produzidos localmente na alimentação escolar até o monitoramento e capacitação dos agricultores. Portanto, a presença de RT, além de ser exigência da Lei 11.947/2009, contribui de forma ímpar no cumprimento da porcentagem de compra (TRIVELLATO, 2018).

Dificuldades na logística de distribuição foi o segundo desafio mais pontuado (33,3 %) pelas nutricionistas em um estudo realizado no estado de Santa Catarina, com cerca de 50 participantes (SILVA, SOUSA, 2013).

A logística deve ser organizada e acordada entre as partes, Entidade Executora e fornecedores, e conforme necessidade local. A presença de depósito central ou a necessidade de entrega ponto a ponto nas unidades escolares define a logística que deve ser empregada. Há situações em que a Entidade Executora, principalmente prefeituras, arcam com o recolhimento e distribuição dos alimentos da agricultura familiar para as escolas, para viabilizar a aquisição frente às dificuldades de transporte e acesso dos agricultores (ELIAS *et al.*, 2019).

O atendimento aos padrões de qualidade sanitária é um dos desafios da inserção dos alimentos da agricultura familiar na alimentação escolar. Os agricultores têm seus produtos muitas vezes inviabilizados por não cumprirem as exigências sanitárias e se os agricultores não se adequam as Entidades Executoras têm a oferta local de alimentos limitada, dificultando o aumento do percentual de aquisição. O atendimento aos padrões de qualidade envolve a estrutura física para processamento e adequação à legislação, às boas práticas de fabricação e estética (TRICHES, SCHNEIDER, 2010; SOARES *et al.*, 2015).

Outro desafio pontual é o acesso de atravessadores em possibilidades como a de se forjar a situação de agricultor familiar, através do “aluguel” ou uso indevido do número de DAP, e mesmo o agricultor devidamente habilitado comercializar produtos comprados em centrais de abastecimento ao invés de produzi-los (BACCARIN *et al.*, 2017). Esses problemas requerem fiscalização local.

Para solução dos desafios muitas vezes é preciso a organizações dos setores, que é o segundo passo para efetivar a participação da agricultura familiar dentro do PNAE, no entanto, também é um desafio recorrente alinhar todos os interesses e participações necessárias. Mas, somente com apoio e compromisso dos responsáveis pela gestão e execução das políticas públicas e os envolvidos direta e indiretamente com a agricultura familiar é possível cumprir com as imposições legais e os objetivos sociais do PNAE (TRIVELLATO, 2018).

A pandemia de COVID-19 trouxe inéditos desafios ao PNAE, que passou por importantes arranjos. Durante a suspensão das aulas presenciais foram mantidos os recursos federais do PNAE e permitido a aquisição de alimentos para distribuição através de kits aos alunos, para assim garantir o direito à alimentação escolar uma vez que o período letivo seguiu de forma remota. No entanto, a suspensão das aulas presenciais prejudicou a manutenção das compras da agricultura familiar para alimentação escolar, o que vai ser comprovado nas prestações de contas das Entidades Executoras, e conseqüentemente ocasionou situação de insegurança alimentar e desmotivação dos agricultores familiares em continuar participando do PNAE.

De modo geral, esses desafios e potencialidades são observados no dia a dia de trabalho com o PNAE e comprovados pela literatura. Entretanto, cada realidade tem suas próprias experiências em relação aos desafios e potencialidades. O território brasileiro é grande e as inúmeras diversidades contribuem para cenários diferentes, que interagem e modificam os arranjos locais, mas o objetivo e as diretrizes do PNAE devem sempre prevalecer.

### **Considerações Finais**

A participação da agricultura familiar no mercado institucional do PNAE refletiu os anseios dos trabalhadores rurais e do governo em amenizar problemas sociais vividos pelo meio rural e também promover a alimentação mais saudável no ambiente escolar.

O PNAE tem histórico de avanço na qualidade da alimentação escolar e na aquisição de alimentos da agricultura familiar, porém as ações precisam de reforços e monitoramento contínuos, visto a heterogeneidade das regiões, a dinâmica dos desafios e a alternância de gestão.

Passados dez anos da promulgação da Lei 11.947 têm-se evolução na porcentagem dos recursos dispensados à agricultura familiar e com a isso a melhora da renda e perfil social dessa categoria de trabalhadores, que é a grande potencialidade

dessa política transversal. Para os alunos beneficiados pelo Programa é irrefutável a melhora da variedade e qualidade da alimentação escolar com a presença da agricultura familiar. No entanto, novos desafios advindos da pandemia ameaçam os avanços obtidos e o cenário requer reforços às ações do PNAE.

### Referências

BACCARIN, J. G. *et al.* Indicadores de avaliação das compras da agricultura familiar para alimentação escolar no Paraná, Santa Catarina e São Paulo. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 55, n. 1, p. 103-122, 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Medida Provisória nº 2.178-36 de 24 de agosto de 2001. Dispõe sobre o repasse de recursos financeiros do Programa Nacional de Alimentação Escolar, institui o Programa Dinheiro Direto na Escola. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder executivo, Brasília, DF, 24 ago. 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. Ministério da Educação. Portaria Interministerial nº 1010, de 8 de maio de 2006. Institui as diretrizes para a Promoção da Alimentação Saudável nas Escolas de educação infantil, fundamental e nível médio das redes públicas e privadas, em âmbito nacional. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder executivo, Brasília, DF, 8 maio 2006a.

BRASIL, Lei nº 11.346 de 24 de Julho de 2006. Cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional – SISAN com vistas em assegurar o direito humano à alimentação adequada e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, jul. 2006b.

BRASIL. Lei nº 11.947 de 16 de julho de 2009. Dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar e do Programa Dinheiro Direto na Escola aos alunos da educação básica. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, jul. 2009.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. **Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica – PLANAPO: 2016-2019**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2016.

BRASIL. Resolução/CD/FNDE nº 06 de 8 de maio de 2020. Dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar aos alunos da educação básica no âmbito do Programa Nacional de Alimentação Escolar - PNAE. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 8 maio 2020.

ELIAS, L. P. *et al.* Impactos socioeconômicos do Programa Nacional de Alimentação Escolar na agricultura familiar de Santa Catarina. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 57, n. 2, p. 215-233, 2019.

FERIGOLLO, D. *et al.* Aquisição de produtos da agricultura familiar para alimentação escolar em municípios do Rio Grande do Sul. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 51, n. 6, p. 1-10, 2017.

FUNDO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO – FNDE. **Manual de aquisição de produtos da agricultura familiar para a alimentação escolar**. 2ª ed. Brasília, 2016.

HAWKES, C. *et al.* How to engage across sectors: lessons from agriculture and nutrition in the Brazilian School Feeding Program. **Revista de Saúde Pública**, v. 50, n. 7, p. 1-13, 2016.

MACHADO, P. M. D. O. *et al.* Compra de alimentos da agricultura familiar pelo Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE): estudo transversal com o universo de municípios brasileiros. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 23, n. 12, p. 4153-4164, 2018.

MEDEIROS, S. F. *et al.* O fortalecimento da agricultura familiar através do Programa Nacional de Alimentação Escolar na COOPERCINCO. **Revista de Administração**, v. 6, n. 3, p. 662-681, 2016.

PEIXINHO, A. M. L. A trajetória do Programa Nacional de Alimentação Escolar no período de 2003-2010: relato do gestor nacional. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 18, n. 3, p. 909-916, 2013.

RIGON, S. A.; BEZERRA, I. Segurança alimentar e nutricional, agricultura familiar e compras institucionais: desafios e potencialidades. **Demetra: Alimentação, Nutrição e Saúde**, v. 9, n. 2, p. 435-43, 2014.

SANTOS, S. R.; COSTA, M. B. S.; BANDEIRA, G. T. P. As formas de gestão do programa nacional de alimentação escolar (PNAE). **Revista de Salud Pública**, v. 18, n. 2, p. 311-320, 2016.

SANTOS, F. *et al.* Avaliação da inserção de alimentos orgânicos provenientes da agricultura familiar na alimentação escolar, em municípios dos territórios rurais do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 19, n. 5, p. 1429-1436, 2014.

SARAIVA, E. B. *et al.* Panorama da compra de alimentos da agricultura familiar para o Programa Nacional de Alimentação Escolar. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 18, n. 4, p. 927-936, 2013.

SILVA, A. F.; SOUSA, A. A. Alimentos orgânicos da agricultura familiar no Programa Nacional de Alimentação Escolar do Estado de Santa Catarina, Brasil. **Revista de Nutrição**, v. 26, n. 6, p. 701-714, 2013.

SOARES, P. *et al.* Potencialidades e dificuldades para o abastecimento da alimentação escolar mediante a aquisição de alimentos da agricultura familiar em um município brasileiro. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 20, n. 6, p. 1891-1900, 2015.

TRICHES, R. M.; SCHNEIDER, S. Alimentação Escolar e Agricultura Familiar: reconectando o consumo à produção. **Revista Saúde e Sociedade**, v. 19, n. 4, p. 933-945, 2010.

TRIVELLATO, P. T. **Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE)**: participação da agricultura familiar em Viçosa-MG e a situação de (in) segurança alimentar e nutricional de famílias de agricultores fornecedores. Orientadora: Sílvia Eloiza Priore. 2018. 211 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2018.

VILLAR, B. S. *et al.* Situação dos municípios do estado de São Paulo com relação à compra direta de produtos da agricultura familiar para o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE). **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 16, n. 1, p. 223-226, 2013.

# CAPÍTULO 28

## EDUCAÇÃO EM AGROECOLOGIA: A EXPERIÊNCIA DO CURSO DE LICENCIATURA EM EDUCAÇÃO DO CAMPO, DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

Fernanda Maria Coutinho de Andrade, Tatiana Pires Barrella, Fabrício Vassalli Zanelli e Élide Lopes Miranda

### Introdução

Este capítulo descreve a experiência de Educação em Agroecologia do curso de Licenciatura em Educação do Campo - Ciências da Natureza, da Universidade Federal de Viçosa (Licena). O curso, implementado em 2014, visa à formação de educadores em Ciências da Natureza para a docência nos anos finais do Ensino Fundamental, Ensino Médio e para a gestão de processos educativos escolares e não escolares.

Na Licena, o enfoque é agroecológico, já que a Agroecologia está presente desde a concepção do curso até a sua práxis desenvolvida coletivamente na formação de educadores do campo, ao longo destes sete anos de existência. Segundo Silva e Lopes (2015), é crescente no Brasil, no âmbito do movimento da Educação do Campo, o número de experiências educativas nos diversos níveis de ensino que têm sido orientadas pelo enfoque agroecológico, enquanto movimento ciência e prática (WEZEL *et al.*, 2009). De acordo com Norder (2010), tais iniciativas educacionais podem ser interpretadas como formas de questionamento da lógica do sistema de ensino predominante e dos pressupostos socioambientais do modelo de produção agropecuária centrado na lógica da Revolução Verde. Além disso, são parte da contínua e indispensável transformação tanto do sistema de ensino como das formas de atuação profissional em alguma sociedade que preza pela sustentabilidade.

Para Caldart (2008), os cursos de Licenciatura em Educação do Campo precisam fortalecer um projeto de desenvolvimento do campo que dê centralidade ao campesinato e, para tanto, a perspectiva agroecológica é fundamental.

Em termos metodológicos, esta pesquisa foi orientada pelos pressupostos que conduzem a pesquisa qualitativa. Trata-se de um relato de experiência acrescido de pesquisa bibliográfica e documental, em que foi relatada a experiência de formação em Agroecologia vivida pelos educadores e educandos da Licena. Na pesquisa bibliográfica foram consultados artigos e dissertações publicados sobre a Licena, Educação do Campo e Agroecologia, enquanto que na pesquisa documental foi acessado o Projeto Pedagógico do Curso (PPC), os Programas Analíticos de disciplinas, dentre outros do acervo do curso. As pesquisas bibliográficas e documental serviram como fonte de dados que complementaram o relato de experiência.

Para tanto, o texto está assim organizado: na primeira parte é apresentado o curso de Licenciatura em Educação do Campo - Ciências da Natureza, oferecido pela Universidade Federal de Viçosa. São descritas desde as demandas da sociedade por esta modalidade de formação de educadores até a implementação e condução desta Licenciatura na UFV, bem como é relatado o desafio da formação por área de conhecimento, público, perfil do egresso e organização curricular. Na segunda parte é narrado o processo educativo em Agroecologia na Licena, a partir de olhar reflexivo sobre diversas dimensões do curso, buscando identificar e analisar a produção do conhecimento agroecológico. Ao final, são tecidas algumas considerações sobre os desafios e os aprendizados produzidos no processo de implementação e consolidação da Licena na UFV.

### **O curso de Licenciatura em Educação do Campo - Ciências da Natureza, da Universidade Federal de Viçosa**

Segundo dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2015), o Brasil possui 12,9 milhões de pessoas analfabetas, o que corresponde a 8 % da sua população.

De acordo com os dados do IBGE de 2010, a taxa de analfabetismo no campo era 3 vezes maior (23,3 %) do que nas áreas urbanas (7,6 %), sendo a escolaridade média no meio rural de 4,5 anos contra 7,8 anos no meio urbano.

Quando observamos os dados de Carvalho (2018), que fez um levantamento do perfil do educador da Educação Básica baseado nos dados dos Censos Escolares, vemos a diferença marcante da formação dos educadores que atuam nas escolas localizadas em áreas rurais e daqueles que atuam em áreas urbanas, já que, em 2009, apenas 41,7 % dos educadores que atuavam nas escolas do campo tinham Ensino Superior, ao passo em que, nas escolas da área urbana, 73,2 % detinham esse nível de escolaridade. Observamos que esta diferença foi diminuindo ao longo dos anos, mas a demanda por formação dos educadores no campo ainda é marcante.

Na realidade de um campo tratado com negligência pelo Estado e na luta para acabar com a desigualdade de acesso e direito dos sujeitos do campo à educação, o Movimento da Educação do Campo no Brasil, protagonizado pelos trabalhadores do campo e suas organizações, ao longo de sua trajetória, teve como uma de suas lutas principais a construção de políticas públicas que garantissem o direito da população do campo à escola e à educação no e do campo (CALDART *et al.*, 2002). E mais do que escolas localizadas no meio rural, a luta é pela construção de uma proposta de educação dirigida especificamente para a realidade das populações que vivem no campo, por uma pedagogia e organização escolar ligada às identidades culturais e aos tempos e espaços dos modos de vida do campo. É preciso uma escola com identidade própria, que considere os saberes e necessidades dos estudantes (MUNARIN, LOCKS, 2012).

Como consequência das demandas apresentadas pelos movimentos sociais e sindicais, no documento final da II Conferência Nacional de Educação do Campo, realizada em 2004, o Ministério da Educação (MEC), por meio da Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão (SECADI), instituiu, em 2005, um grupo de trabalho para elaborar subsídios a uma política de formação de educadores do campo. Os resultados produzidos neste grupo de trabalho transformaram-se no Programa de Apoio às Licenciaturas em Educação do Campo (PROCAMPO). O Projeto

Político Pedagógico que deu início à implantação desta nova modalidade de graduação nas universidades públicas brasileiras teve sua organização efetiva em 2007, a partir das orientações contidas no documento aprovado por aquele grupo de trabalho no âmbito da SECADI/MEC (BRASIL, 2011), composto por representantes dos movimentos sociais e sindicais, representantes das universidades e técnicos do Ministério da Educação, no qual foram explicitados os motivos que deram causa à sua criação (MOLINA, SÁ, 2012).

Antes de instituir-se oficialmente, o PROCAMPO teve sua proposta formativa executada com base em experiências-piloto desenvolvidas por quatro instituições públicas brasileiras de Ensino Superior. A partir destas experiências, a SECADI/MEC ampliou a possibilidade de execução dessa graduação, lançando editais públicos, nos anos de 2008 e 2009, para todas as instituições que desejassem concorrer à sua oferta. Como decorrência deste processo, em 2011, 30 instituições universitárias ofertavam a Licenciatura em Educação do Campo, abrangendo todas as regiões do país (MOLINA, SÁ, 2012). Em 2012, a conquista do Programa Nacional de Educação do Campo (PRONACAMPO) levou à ampliação do PROCAMPO, no âmbito do MEC, através do Edital SESU/SETEC/SECADI nº 2, de 31 de agosto de 2012. Atualmente, 45 cursos regulares em atividade e em funcionamento ofertam o curso de Licenciatura em Educação do Campo no Brasil.

Nesse âmbito, o Departamento de Educação da Universidade Federal de Viçosa (UFV) oferece, desde março de 2014, o curso de graduação em Licenciatura em Educação do Campo - Ciências da Natureza (Licena). O PPC surge alicerçado numa parceria histórica da UFV com diferentes organizações e movimentos sociais, cujas ações têm sido articuladas no âmbito de diversos programas e projetos institucionais em Agroecologia e Educação do Campo (FERRARI *et al.*, 2017).

A proposta do curso é a formação de educadores em Ciências da Natureza. O curso visa, no âmbito da área de conhecimento das Ciências da Natureza e dos princípios da Educação do Campo, ao desenvolvimento de uma formação que, orientada por abordagem multidisciplinar, articule as práticas sociais escolares e não escolares e os saberes da experiência dos diferentes sujeitos e movimentos do campo aos saberes produzidos nas diferentes áreas do conhecimento acadêmico, de maneira a formar educadores com atuação profissional que, além da docência, possibilitem a gestão dos processos educativos que acontecem nas escolas do campo e outros espaços socioeducativos (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, 2018).

Dentro da diversidade de estudantes da Licena encontram-se comunidades de diferentes segmentos do campo: acampados e assentados da Reforma Agrária; monitores e egressos de Escolas Família Agrícola (EFAs); comunidades quilombolas; povos indígenas; e agricultores familiares. De acordo com Ferrari *et al.* (2017), tem-se constatado a entrada majoritária de estudantes com vínculos com o trabalho no campo.

A organização curricular da Licena prevê etapas presenciais (equivalentes a semestres de cursos regulares) ofertadas em regime de alternância entre Tempo Escola, realizado na universidade, e Tempo Comunidade, realizado nas comunidades e territórios dos educandos. Essa organização tem em vista a articulação intrínseca entre educação e a realidade específica das populações do campo, pois, ao alternar períodos de atividades na Universidade e na comunidade rural, a formação por alternância legitima ambos os espaços como locais de construção de conhecimento. Acima de tudo, a alternância, enquanto proposta pedagógica busca preservar a identidade das pessoas

do campo, ao integrar a escola com a família e a comunidade dos educandos (VAZ PUPO, CARDOSO, 2010).

No Brasil, o regime de alternância é adotado pelos Centros Familiares de Formação por Alternância (CEFFAs), dos quais as EFAs e as Casas Familiares Rurais (CFRs) são as experiências mais numerosas. Estas experiências expressam como as teorias e práticas pedagógicas podem ser enriquecidas pela relação de alternância dos tempos e espaços pedagógicos, escolar e da vida social ampliada (QUEIROZ, 2004).

Ao adotar como espaços educativos a escola e a comunidade, a formação por alternância enriquece as relações pedagógicas promovendo a integração dos saberes. Por essa via, criam-se condições para superar a dicotomia teoria e realidade, eliminando-se o engodo de que a teoria antecipa e responde a realidade e, tampouco, que a realidade se apresenta por si só destacada da teoria. Este modelo tem favorecido o aprendizado contextualizado e significativo dos sujeitos do campo.

Na perspectiva dos CEFFAs, são adotados instrumentos pedagógicos como Planos de Estudos, Intervenções Externas, Visitas às Famílias, entre outros para mobilizar e possibilitar a realização da alternância entre Tempo Escola e Tempo Comunidade. Por essa via, se instala uma das contribuições da Alternância que, ao tomar como ponto de partida a realidade em sua totalidade, exige rearticulação dos saberes tradicionalmente fragmentados, portanto, coloca a inter/transdisciplinaridade como necessidade para a própria Alternância (QUEIROZ, 2004).

Como as experiências de formação por Alternância no Ensino Superior são recentes, foi preciso utilizar como base a experiência dos CEFFAs e os conhecimentos sobre Alternância das experiências-piloto do PROCAMPO, mas, sobretudo, muito esforço e criatividade para consolidar esta experiência educativa na UFV. Por isso, a alternância pedagógica na Licena adquiriu características próprias.

Atualmente, acontecem apenas 3 (três) Tempos Universidade por semestre, que compreendem períodos de 12 dias quando os estudantes estão na Universidade. Durante o Tempo Universidade ocorrem as aulas teóricas e práticas, assim como uma série de atividades de estudo e pesquisa realizadas de acordo com o eixo temático do ano e o tema articulador do semestre. São estas atividades que dão vida à formação por alternância na Licena. No item 3.5 detalharemos os instrumentos da Alternância utilizados no curso.

## **Agroecologia na Licena**

### *Concepção do Curso*

A construção da Agroecologia na UFV remonta à década de 1980, com a cooperação entre professores, estudantes, agricultores familiares e a parceria das Organizações Sociais, ONGs, Sindicatos de Trabalhadores Rurais, Associações e Cooperativas de Agricultores Familiares, movimentos sociais do campo e Escolas Famílias Agrícolas. Ao longo do tempo, a UFV pesquisa, ensina (graduação e pós-graduação) e desenvolve projetos de extensão em Agroecologia. Nesse sentido, a instituição possui rico acervo de trabalhos desenvolvidos e publicados na área da Agroecologia. Foi a partir desta trajetória que a UFV apresentou o Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Educação do Campo - Ciências da Natureza (PPC-Licena), que explicita a Educação

do Campo e a Agroecologia como propostas de qualidade de vida no campo (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, 2018).

A concepção agroecológica da Licena já está prevista desde o Projeto Pedagógico do Curso. Ou seja, o curso foi pensado e proposto por um coletivo que tinha conhecimentos da Agroecologia e do seu potencial para a Educação do Campo. De acordo com o PPC, na Licena a Agroecologia é base para a reflexão sobre as Ciências da Natureza, meio de aproximação dos conhecimentos acadêmicos e populares e proposta de novo modelo de desenvolvimento do campo com sustentabilidade e fortalecimento da agricultura familiar.

#### *O coletivo de educadores*

A equipe de educadores da Licena é multidisciplinar, envolvendo profissionais de três grandes áreas do conhecimento: Ciências Humanas; Ciências da Natureza; e Ciências Sociais.

Em sua maioria, os educadores da Licena possuem experiência em Agroecologia, anterior ao ingresso no curso, de formação e/ou profissional. Estas experiências na área favoreceram a rápida compreensão, por parte dos educadores, da proposta do Curso presente no PPC. Assim, desde 2014, a proposta do enfoque agroecológico está presente também na práxis da Licena.

Segundo Ferrari *et al.* (2017), os responsáveis pela implementação da Licena adotaram estratégias para compor a equipe de docentes com potencial para dar seguimento à trajetória histórica de constituição do Curso, alicerçadas na participação de movimentos e organizações sociais e na articulação da Educação do Campo e da Agroecologia.

Nesse ínterim, na Licena, a equipe docente se caracteriza pela especificidade do trabalho coletivo, o que tem possibilitado avançar na proposta da Agroecologia como matriz pedagógica e no planejamento de aulas interdisciplinares com metodologias ativas inovadoras.

#### *Disciplinas e Agroecologia*

Segundo Ferrari *et al.* (2017), na tramitação do PPC, nas instâncias da UFV, percebe-se a mudança (retirada) de disciplinas, inicialmente pensadas, que se aproximam de uma concepção de campo pautada na Agroecologia. De acordo com o grupo proponente do curso, esta atitude indica que a Agroecologia, enquanto abordagem e matriz da Educação do Campo, tem sido afirmada no campo de tensões, contradições e disputas de paradigmas.

Por isso, na organização curricular da Licena poucas disciplinas fazem alusão direta à Agroecologia, como por exemplo: Práticas de Ensino em Agroecologia (ENA 233); Ciências e Tecnologias Alternativas I (ENA 320); Ciências e Tecnologias Alternativas II (ENA 321); Ciências da Natureza: Agrobiodiversidade e Recursos Genéticos (ENA 218). Entretanto, o coletivo de docentes, em sua práxis, traz o enfoque agroecológico em todas as disciplinas das Ciências da Natureza (Biologias, Químicas e Físicas), das Ciências Humanas e Ciências Sociais. Segundo Ferrari *et al.* (2017), em relação às abordagens teóricas, o curso se ancora nos fundamentos da Agroecologia (científicos e práticos) que orientam os diferentes tempos/espacos de formação.

Compreendendo a Agroecologia como ciência, prática e movimento (WEZEL *et al.*, 2009), as discussões sobre o tema no âmbito da visão sistêmica e das técnicas/práticas agroecológicas de manejo dos agroecossistemas cerceiam as Ciências da Natureza, já que são práticas baseadas na observação da natureza e na ecologia. Cabe exemplificar as disciplinas Ciências e Tecnologias Alternativas I e II (ENA 320 e ENA 321), respectivamente, onde diversas Tecnologias Sociais apropriadas à Agroecologia são adotadas como tema articulador no ensino interdisciplinar e significativo das Ciências da Natureza. Também as disciplinas na área das Ciências Sociais dialogam com diversas dimensões da Agroecologia, como: social; política; e cultural. Cabe destacar disciplinas como Ecologia Política (ENA 207), Antropologia Cultural (ENA 203), Políticas Públicas para o Meio Rural (ENA 205), dentre outras.

As disciplinas na área das Ciências Humanas também trazem a Agroecologia como proposta para as escolas do campo, como matriz pedagógica para o ensino aprendizagem das Ciências da Natureza. Segundo Ferrari *et al.* (2017), a abordagem agroecológica orienta a organização dos conteúdos da Licena.

Nas quatro disciplinas de Estágio Supervisionado, primeiramente, os educandos são estimulados a identificar quais as experiências de Agroecologia já existem na escola e que podem ser estudadas e/ou potencializadas. Posteriormente, no momento das regências, o desafio é que consigam elaborar planos de aulas que sejam capazes de articular o ensino de Ciências da Natureza com a Agroecologia. Em muitas das regências são aplicadas as cartilhas de Tecnologias Sociais para o ensino de Agroecologia e outras experiências aprendidas ao longo do processo formativo do curso.

Nos relatórios dos Estágios Supervisionados, os estudantes apresentam as articulações que conseguem realizar entre os conteúdos das Ciências da Natureza com o cotidiano da vida e do trabalho da agricultura familiar, seja recorrendo ao estudo da fermentação dos derivados de leite como kefir e iogurte; seja no detalhamento dos processos microbiológicos da produção do composto orgânico, ao explicar a ação dos microrganismos, a degradação da matéria e a variação de temperatura durante a produção do composto; seja, também, relacionando os métodos de separação de misturas às práticas como a secagem do café, a peneiração do feijão, a centrifugação do mel, entre outras.

Cabe, ainda, destacar o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Muitos destes trabalhos abordam questões da Agroecologia: alguns estudantes relatam experiências de vida com o assunto, enquanto outros descrevem ações comunitárias e ou demandas em Agroecologia, e outros trazem temas da Agroecologia como proposta de práticas educativas nas escolas do campo.

#### *Agroecologia e formação por área de conhecimentos - Ciências da Natureza*

Na práxis pedagógica da Licena, a Agroecologia é matriz ao estudo contextualizado e fonte de temas geradores que articulam os conhecimentos das diversas áreas do saber, pois articula saberes das Ciências da Natureza, mas também os articula aos saberes das Ciências Sociais, das Ciências Agrárias e das Ciências Humanas. Os agroecossistemas são laboratórios vivos para estudar de modo integrado a Biologia, a Química, a Física, a Matemática, além de ser área de estudo dos processos sociais, culturais, econômicos, políticos e éticos, ao considerar o ser humano como parte deste sistema.

A formação dos docentes por área do conhecimento, proposta pelas Licenciaturas em Educação do Campo no Brasil, visa contribuir com a construção de processos capazes de desencadear mudanças na lógica de utilização e produção de conhecimento no campo. Para tanto, é necessária a ruptura com as tradicionais visões fragmentadas do processo de produção de conhecimento, principalmente as que ocorrem no campo (MOLINA, SÁ, 2012).

A organização curricular diferenciada, proposta na formação por área de conhecimento, deve servir para questionar a forma escolar que existe no campo brasileiro, e ajudar a problematizar o papel da escola junto à comunidade e aos educandos. As práticas pedagógicas e de pesquisa dos cursos, e sua articulação com as escolas de atuação dos estudantes, dirão muito sobre isso (CALDART, 2011).

A Licena prevê a formação na área das Ciências da Natureza, que integra conteúdos de Biologia, Química e Física. De acordo com Moreno (2014), a formação por área do conhecimento promove a organização de novos espaços curriculares, que articulam componentes tradicionalmente disciplinares por meio de uma abordagem ampliada de conhecimentos científicos que dialogam entre si a partir de recortes das realidades complementares.

A formação por áreas de conhecimento objetiva contribuir com a transformação dos Projetos Pedagógicos dos Cursos, possibilitando novas estratégias de seleção dos conteúdos, aproximando-os tanto quanto possível da realidade (VASCONCELOS, SCALABRIN, 2014).

Neste sentido, ao transformar os Projetos Pedagógicos e selecionar conteúdos significativos às populações do campo, coloca-se o conhecimento a favor da vida, da transformação das condições de profunda desigualdade e injustiça vigentes no campo brasileiro. Os conteúdos devem servir para ampliar a visão dos povos do campo sobre as tensões e contradições presentes em sua realidade. A educação deve dar base aos sujeitos do campo para que possam interferir sobre esta realidade e seu próprio destino (VASCONCELOS, SCALABRIN, 2014).

A Agroecologia na Licena tem favorecido a formação de educadores do campo por área de conhecimentos, corroborando Leff (2002), que reforça que a Agroecologia convoca ao diálogo de saberes e ao intercâmbio de experiências, bem como à hibridação de ciências e técnicas e à interdisciplinaridade.

Como ciência, a Agroecologia se caracteriza por ser multidisciplinar. Isto a favorece em ser matriz de realidades significativas e que podem servir na articulação dos conteúdos. Ademais, resgata e ressignifica práticas tradicionais de manejo dos agroecossistemas, ambientalmente sustentáveis, simples e com uso de recursos locais o que permite a inclusão social das famílias do campo e promove autonomia. As práticas agroecológicas permitem contextualizar diversos conteúdos, favorecendo a formação por áreas do conhecimento e o aprendizado significativo. Já como movimento, a Agroecologia serve como matriz às discussões sobre os modelos de desenvolvimento do campo e seus impactos ambientais, sociais, culturais, políticos e econômicos (BARRELLA *et al.*, 2015).

No Curso de Licenciatura em Educação do Campo, a agricultura é inerente à realidade e o estudo dos conteúdos previstos pelas áreas de conhecimento pode ser significativo e coerente com a proposta da Educação do Campo se tiver como ponto de partida a problematização desta realidade sob a concepção da Agroecologia.

Como pontua Molina: “esta é uma das marcas centrais deste paradigma da Educação do Campo: o esforço de associar a educação à organização da produção agrícola. Aos valores que se quer instituir nas relações de trabalho no campo” (MOLINA, 2003, p.124).

#### *Agroecologia: práticas de ensino e instrumentos da alternância*

As metodologias ativas de ensino e aprendizagem são conjunto de estratégias que valorizam a construção coletiva do conhecimento e seus diferentes saberes e cenários de aprendizagem. São também práticas que devem estimular a criatividade na construção de soluções aos problemas e promover a liberdade no processo de pensar e de agir (VILLAS BOAS, 2005).

Estas metodologias possuem caráter inovador porque, além de postular a ruptura com procedimentos didáticos tradicionais inspirados nos princípios positivistas da ciência moderna, propõem, sobretudo, nova forma de pensar o ensinar e o aprender, dentro da perspectiva emancipatória (CYRINO, TORALLES-PEREIRA, 2004).

As metodologias ativas possuem enfoque problematizador do processo ensino e aprendizagem, partindo do pressuposto de que constatando e conhecendo os problemas, o indivíduo examina, reflete, relaciona-o à sua história, busca ativamente conhecimentos produzidos e passa a ressignificar suas descobertas, podendo intervir na realidade e atuar no mundo de forma significativa e transformadora (COTTA *et al.*, 2010).

Assim, as metodologias ativas são mais adequadas à Educação do Campo, pois favorecem o respeito e a inclusão das diversidades e saberes locais, a integração do conhecimento acadêmico e popular, o ensino aprendizagem a partir das especificidades locais, as situações problemas das comunidades, visando, pois, o aprendizado significativo.

Diversas metodologias ativas são praticadas na Licena. Cabe aqui destacarmos as Instalações Artísticas Pedagógicas e os Mutirões, cujas metodologias se caracterizam por serem participativas, promoverem a dialogicidade e desenvolverem habilidades diversas como a colaboração, a expressão artística, dentre outras.

No ensino superior, a formação por alternância é uma proposta pedagógica recente. No que tange à proposta pedagógica da Licena, quando o curso foi implementado, não se tinha conhecimento aprofundado sobre a formação por alternância no ensino superior. Logo nos primeiros anos do curso de práxis da Licena os educadores perceberam que seriam necessárias algumas adaptações dos instrumentos pedagógicos da alternância, geralmente adotados na Educação Básica.

Depois de algumas experiências, atualmente na Licena são adotados como instrumentos pedagógicos da alternância: os Projetos de Estudo Temático (PETs); a Colocação em Comum (CC); e o Acompanhamento Tempo Comunidade (ATC). Estes buscam vincular a realidade dos educandos de forma a orientar as discussões previstas no currículo.

Os Projetos de Estudo Temático são instrumentos pedagógicos adotados nos dois primeiros anos do curso. Visam promover a inter/transdisciplinaridade e, sobretudo, articular diferentes espaços/tempos de aprendizado, Tempo Escola e Tempo Universidade, favorecendo a ecologia dos saberes e a interação do ensino, pesquisa e extensão (ANDRADE *et al.*, 2017).

Os PETs são desenvolvidos individualmente por cada educando e são orientados por um eixo temático e um tema articulador (Figura 1), que definem o foco de estudo, pesquisa e extensão. O eixo se refere ao foco em cada ano do curso. Assim, no primeiro ano, o Eixo é “Sujeitos e Territórios”, e no segundo ano é “Territórios Educativos”. O tema varia a cada semestre e especifica ainda mais o “recorte” do “objeto de estudo”. No ano 1, semestre I, o tema é “Autorreconhecimento e Diagnóstico do Território” e no semestre II, “Modelos de desenvolvimento experiências contra hegemônicas”. Assim, no primeiro ano do curso o “olhar” está voltado ao reconhecimento dos territórios e dos seus sujeitos individuais e coletivos, de modo sistêmico, complexo e dinâmico, bem como os impactos do modelo de desenvolvimento hegemônico sobre o território, as situações - problemas, além de reconhecer as experiências contra hegemônicas porventura existentes. No ano 2, semestre III, o tema é “Socioagrobiodiversidade” e no semestre IV, “Produção do Conhecimento e Qualidade de Vida”. Assim, no ano 2 da Licena, o foco de estudo, pesquisa e extensão são os territórios educativos, o reconhecimento dos espaços educativos formais e não formais nos territórios; reconhecimento da socioagrobiodiversidade local e sua importância, além das reflexões a respeito dos modos de produção e validação dos conhecimentos, bem como os conhecimentos produzidos e veiculados nos espaços educativos e o impacto na qualidade de vida dos sujeitos do campo.



**Figura 1.** Organização do curso de Licenciatura em Educação do Campo - Ciências da Natureza, da Universidade Federal de Viçosa (Licena), por eixos temáticos e temas articuladores.

A Colocação em Comum é o momento de socialização entre os educandos e educadores das ações e resultados das investigações desenvolvidas nos PETs, e acontece durante o Tempo Escola. Na CC os estudantes são organizados por regiões. Inicialmente, por meio de “Roda de Conversa”, apresentam o resultado de sua pesquisa e criam, a partir de então, a apresentação coletiva que represente o território.

Os eixos e temas dos PETs promovem a observação e a reflexão do campo e de temáticas da Agroecologia.

A partir da análise dos PETs e das CC verifica-se que os processos investigativos utilizados na Licena para o ensino integram conhecimentos acadêmicos e saberes

populares dos povos do campo, favorecendo a reflexão interdisciplinar dos conteúdos das Ciências da Natureza a partir das práticas sociais do campo. As técnicas de pesquisa, tais como entrevistas e roteiros de observações utilizados nos PETs e apresentados por meio das Colocações em Comum propiciam aos educandos a observação e investigação nas comunidades, identificando situações e problemas concretos que exemplificam e embasam a construção coletiva dos conteúdos pertinentes. As situações problemas servem de temas geradores no estudo das Ciências da Natureza (ANDRADE *et al.*, 2017).

O Acompanhamento do Tempo Comunidade se refere ao período em que educadores e educandos da Licena se deslocam para algum território de estudantes do Curso. Em média, duram 3 dias, quando se visitam os espaços da comunidade que dialoguem com os PETs e com os conteúdos disciplinares. O enfoque é a Agroecologia, onde o objetivo é reconhecer os sujeitos e saberes locais, os modos de vida e produção e ao refletir sobre os potenciais de desenvolvimento sustentável do campo. Muitas comunidades visitadas nos ATCs são comunidades tradicionais que ainda praticam o manejo da terra de modo simples e tradicional. Estas formas de manejo são visitadas e interpretadas para investigar sua coerência (ou incoerência) com a Agroecologia.

### **Agroecologia em outros Espaços de Aprendizagem da Licena**

Além dos espaços das disciplinas, diversos outros espaços pedagógicos, com enfoque agroecológico, são adotados na Licena.

#### *Os territórios dos povos do campo*

Na Licena os territórios dos povos do campo são considerados como espaços vivos, ricos de conhecimentos produzidos localmente - muitas vezes conhecimentos tradicionais que orientam as práticas da Agroecologia. Por isto, estes são considerados os primeiros espaços de aprendizado sobre a Agroecologia, pois configuram-se como o espaço de contato com a natureza por excelência, modelo dos agroecossistemas.

O território camponês representa a defesa do campo enquanto espaço de (re)produção da vida, de culturas, das relações sociais e de trabalho, e não aquele espaço destinado exclusivamente para a produção de *commodities* (FERNANDES, 2006). Desta relação sociedade e natureza emergem saberes de grande potencial para os processos de ensino e aprendizagem, que dão sentido à Educação do Campo. Decorre disso a importância atribuída à investigação dos Territórios Educativos, como propôs Canário (2005). Estes territórios são campo de estudo na Licena por meio de diversos trabalhos de pesquisa e extensão e por meio dos PETs, onde emergem diversos temas e situações problemas que orientam as aulas das disciplinas e as reflexões sobre a Agroecologia.

#### *Troca de Saberes e Feira do Conhecimento*

A Troca de Saberes e a Feira do Conhecimento são dois espaços educativos importantes da Licena e que acontecem no encerramento de cada semestre letivo. Ao final do I semestre, no mês de julho, acontece a Troca de Saberes, que existe na UFV desde 2009. Este reúne diversidades de povos do campo e da cidade para trocarem experiências em Agroecologia. Entretanto, desde 2014, a Licena vem se apropriando cada vez mais deste espaço.

A Troca de Saberes é evento contra-hegemônico à Semana do Fazendeiro da UFV. Enquanto a Semana do Fazendeiro tem enfoque nos fazendeiros e no agronegócio, a Troca de Saberes tem foco nos povos e comunidades do campo e na Agroecologia como proposta de desenvolvimento sustentável do campo e da cidade.

Os estudantes da Licena são responsáveis por diversos espaços conduzidos durante a Troca de Saberes, como a Mística de Abertura, a Feira de Troca de Sementes Crioulas e as Instalações Artísticas Pedagógicas.

No encerramento do II semestre letivo, no mês de dezembro, acontece a Feira do Conhecimento, que é um espaço aberto à comunidade acadêmica. A partir de 2019, as escolas de Ensino Médio do município de Viçosa/MG também foram convidadas a participar.

A Feira do Conhecimentos é um espaço para apresentação e interação das práticas de ensino em Ciências da Natureza e Agroecologia com vistas a fortalecer os processos educativos das escolas localizadas no campo, com suas especificidades. Ao visitarmos o evento observamos diversas temáticas e elementos da Agroecologia presentes, como as Tecnologias Sociais, que se destacam no ensino interdisciplinar e contextualizado dos conteúdos das Ciências da Natureza.

Em 2019, novas propostas surgiram na Feira dos Conhecimentos. Sugere-se que as práticas de ensino os instrumentos/recursos didáticos a serem apresentados sejam interdisciplinares e se orientem por temas geradores, pertinentes à Agroecologia.

#### *Espaço Aberto*

O objetivo do Espaço Aberto é promover a formação complementar dos educadores do campo. Essas formações, no entanto, devem ser coerentes com os princípios da Educação do Campo. As temáticas são pertinentes à Agroecologia.

O Espaço Aberto é oferecido em todo Tempo Universidade e tem duração de duas horas reservadas para oficinas, cursos, palestras e Círculos de Cultura. As intervenções podem ser externas, ou seja, pode ser convidado algum membro externo ao curso e/ou à UFV para conduzir o Espaço.

Geralmente, os Espaços Abertos são oferecidos pelos educandos e educadores da Licena e outros convidados da UFV.

#### *Licine*

O Licine tem como objetivo articular conteúdos de forma interdisciplinar pela arte; apresentar, bem como fomentar produções artísticas independentes e articuladas com a arte alternativa; dialogar sobre temas cotidianos de forma a aprofundar suas análises; desenvolver habilidades auditivas, visuais e artísticas dos educandos; explorar o debate e capacidade de argumentação e elaboração de questionamento; e viver a arte como prática cotidiana.

O evento acontece em todo Tempo-Escola e é um espaço para que os educandos assistam juntos a algum filme. Ao final da exposição, o debate sobre o tema é aberto.

Os filmes escolhidos possuem articulação com os conteúdos do semestre e/ou dos PETs, logo, são filmes que de certa forma trazem o debate da Agroecologia, complementando na formação.

## Considerações Finais

No curso de Licenciatura em Educação do Campo – Ciências da Natureza, da Universidade Federal de Viçosa, a Agroecologia assume grande relevância e está presente desde a sua concepção até a formação dos educadores do campo.

A Alternância, associada à concepção da Agroecologia, enriquece as relações pedagógicas, articulando os conhecimentos científicos e populares das Ciências da Natureza e Ciências Sociais e Humanas visando a superação da dicotomia teoria e prática.

Algumas disciplinas têm relação direta com a Agroecologia, mas, mais do que isto, na Licena a Agroecologia orienta a organização dos conteúdos curriculares, está presente no exercício da prática pedagógica junto às escolas e articula os saberes das Ciências da Natureza, mas também os das Ciências Sociais e Humanas, favorecendo a formação por área de conhecimento e a formação integral dos educandos.

A Agroecologia, os temas articuladores e os instrumentos pedagógicos adotados no curso, como os Projetos de Estudo Temáticos, promovem a interdisciplinaridade, aproximam os conteúdos curriculares com o cotidiano da vida, trazendo a significância para os educandos discutirem a sua realidade, favorecendo a ecologia de saberes e a interação ensino, pesquisa e extensão. Além disto, contribuem com reflexões e fortalecem argumentos sobre um campo econômico, social e ecologicamente sustentável, projeto para o qual o curso também pretende contribuir.

Cabe ainda destacarmos que uma das metodologias de ensino e aprendizagem adotadas na Licena foi certificada em 2019 como Tecnologia Social (TS) pela Fundação Banco do Brasil. A metodologia denominada “Tecnologias Sociais e Formação em Ciências da Natureza de Educadores do Campo” vem sendo construída coletivamente, desde 2016, por educadores e educandos da Licena. Sua proposta é promover a aprendizagem das Ciências da Natureza por meio de Tecnologias Sociais pertinentes à Agroecologia.

Assim, a educação em Agroecologia na Licena se dá em diferentes tempos e espaços, por meio de diversas metodologias participativas e inovadoras. É neste contexto que a Licena tem contribuído com a Política Afirmativa da Educação do Campo, visando garantir os direitos sociais das diversidades dos povos a uma educação de qualidade.

## Referências

ANDRADE, F. M. C. *et al.* Agroecologia, pedagogia da alternância e a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão na formação de educadores do campo. **Enseñanza de las Ciencias**, p. 3299-3306, 2017.

BARRELLA, T. P. *et al.* Agroecologia e educação do campo. *In*: ANDRADE, F. M. C.; SILVA, M. G.; BARELLA, T. P. **Educação do campo e formação de professores: diálogos conceituais e práticos**. Viçosa: UFV. cap. 3, p. 121-175, 2015.

CALDART, R. S. Por Uma Educação do Campo: traços de uma identidade em construção. *In*: ARROYO, M.; CALDART, R. S.; MOLINA, M. C. (Orgs.). **Por uma educação do Campo**. 5. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, p. 45-60, 2011.

- CALDART, R. S. Sobre educação do campo. *In*: SANTOS, C. A. (org.). **Educação do campo: campo, políticas públicas, educação**. Brasília: INCRA, (Série Por uma Educação do Campo, n. 7). p. 67-86, 2008.
- CALDART, R. S.; CERIOLI, P. R.; KOLLING, E. J. (org.). **Educação do Campo: identidade e políticas públicas**. Brasília-DF: Articulação Nacional por uma Educação do Campo, 2002.
- CANÁRIO, R. **O que é a Escola? Um "olhar" sociológico**. Porto: Porto Editora, 2005.
- CARVALHO, M. R. V. **Perfil do professor da educação básica**. Brasília, DF: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, (Série Documental. Relatos de Pesquisa), 2018.
- COTTA, R. M. M.; MENDONÇA, E. T.; COSTA, G. D. Portfólios reflexivos: construindo competências para o trabalho no Sistema Único de Saúde. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 34, n. 2, p. 304-309, 2010.
- CYRINO, E. G.; TORALLES-PEREIRA, M. L. Trabalhando com estratégias de ensino-aprendizado por descoberta na área da saúde: a problematização e a aprendizagem baseada em problemas. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 20, n. 3, p. 780-788, 2004.
- FERRARI, E. A. *et al.* Licenciatura em educação do campo/Licena/UFV: concepções teóricas e práticas pedagógicas. *In*: SEMINÁRIO NACIONAL UNIVERSITAS, 25, Brasília, 2017. **Anais...** Brasília, DF: UnB, 2017.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. 2015. **Pesquisa nacional por amostra de domicílios: síntese de indicadores**. Coordenação de Trabalho e Rendimento. Rio de Janeiro: IBGE, 2016.
- LEFF, E. Agroecologia e saber ambiental. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v. 3, n. 1, p. 36-51, 2002.
- MOLINA, M. C.; SÁ, L. M. Licenciatura em Educação do Campo. *In*: CALDART, R. S. *et al.* (org.). **Dicionário de Educação do Campo**. Rio de Janeiro, São Paulo: Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio, Expressão Popular, p. 468-474, 2012.
- MOLINA, M. C. **A contribuição do PRONERA na construção de políticas públicas de educação do campo e desenvolvimento sustentável**. 2003. 352 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) – Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília, Brasília, 2003.
- MORENO, G. S. Ensino de Ciências da Natureza, interdisciplinaridade e Educação do Campo. *In*: MOLINA, M. C. (org.). **Licenciaturas em Educação do Campo e o ensino de ciências naturais: desafios ao trabalho docente interdisciplinar**. Brasília: MDA, p. 181-198, 2014.

MUNARIM, A.; LOCKS, G.A. Educação do Campo: contexto e desafios desta política pública rural. **Olhar de professor**, v. 15, p. 77-89, 2012.

NORDER, L. A. C. A Agroecologia e a diversidade na educação. **Revista Agriculturas**, v. 7, n. 4, p. 29-33, 2010.

QUEIROZ, J. B. **Construção das Escolas Famílias Agrícolas no Brasil**: ensino médio e educação profissional. Orientador Yves Chaloult. 2004. 210 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de Brasília (UnB), Brasília, DF, 2004.

SILVA, L. H.; LOPES, E. M. Educação do campo e agroecologia: diálogos em construção. //: REUNIÃO NACIONAL DA ANPED, 37, Florianópolis, SC, 2015. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2015.

VASCONCELOS, V. M. M.; SCALABRIN, R. Ensino interdisciplinar na área de Ciências da Natureza e Matemática em um contexto agroecológico. //: MOLINA, M. C. (org.). **Licenciaturas em Educação do Campo e o ensino de ciências naturais**: desafios ao trabalho docente interdisciplinar. Brasília: MDA, p. 155-179. 2014.

VAZ PUPO, M.; CARDOSO, M. Reflexões sobre a formação de técnicos educadores em Agroecologia no campo paulista. **Revista Agriculturas**, v. 7, n. 4, p. 12-16. 2010.

VILLAS BOAS, B. M. F. O Portfólio no curso de Pedagogia: ampliando o diálogo entre professor e aluno. **Educação & Sociedade**, v. 26, n. 90, p. 291-306, 2005.

WEZEL, A. *et al.* Agroecology is a science, a movement and a practice. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, p. 1-13, 2009.

# CAPÍTULO 29

## **EXPERIÊNCIA DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA: O PROJETO DE ASSESSORIA JUNTO ÀS COMUNIDADES ATINGIDAS PELA MINERAÇÃO NA ZONA DA MATA MINEIRA**

Marcelo Leles Romarco de Oliveira e André Naves Fenelon

### **Introdução**

O Projeto de Assessoramento as Comunidades Atingidas por Barragens e Mineração (PACAB), fundado em 1996 pelo Professor Franklin Rothaman, do Departamento de Economia Rural da Universidade Federal de Viçosa (UFV), surgiu enquanto um grupo de Extensão Universitária, cujo o objetivo principal era assessorar e capacitar comunidades atingidas ou ameaçadas pelos grandes empreendimentos hidrelétricos, no âmbito da Zona da Mata de MG. Nos últimos anos, conforme uma sequência de episódios conflituosos ligados a mineração, fizeram com que o Projeto, também, passasse a se dedicar a assessorar algumas comunidades atingidas por empreendimentos minerários.

Cabe destacar que a história do Projeto se funde com a própria reflexão e resistência aos impactos provocados por estes empreendimentos na região da Zona da Mata de MG. Nesse sentido, as ações do grupo vêm contribuindo para que as comunidades impactadas, tenham ao menos, o direito a um processo mais claro e justo sobre a instalação de tais empreendimentos.

Além disso, desde sua criação, o PACAB vem construindo parcerias importantes com a igreja, por meio da Comissão Pastoral da Terra (CPT), Sindicatos dos Trabalhadores Rurais (STR), contando também com o subsídio de ambientalistas, do Movimento dos Atingidos por Barragens (MAB) e Movimento pela Soberania Popular na Mineração (MAM). Desta forma, as reflexões inerentes à essa problemática ambiental são discutidas interdisciplinarmente, proporcionando caminhos, soluções e alternativas viáveis para as comunidades atingidas.

A experiência desse Projeto associa atividades de Ensino, Pesquisa e Extensão Universitária dialogando com movimentos sociais e comunidades, prestando apoio, por meio de assessoria técnica, às comunidades atingidas por barragens e mineração na região da Zona da Mata de Minas Gerais. Ao longo desses anos, essa relação entre o trabalho de Extensão Universitária e a Pesquisa, contribuiu para que diversos artigos, dissertações de mestrados e teses de doutorados, fossem produzidos, frutos desse olhar técnico que o grupo se propõe a prestar junto às comunidades atingidas.

Essa experiência tem demonstrado que os projetos de exploração dos recursos naturais, como a mineração, têm trazido diversas consequências, não só para o meio ambiente, mas também, para as populações atingidas, como agricultores familiares, indígenas, populações tradicionais, dentre outros. Como os

eventos ocorridos em novembro de 2015, com o rompimento de barragens de rejeitos de minérios da empresa Samarco/Vale/ BHP no município de Mariana-MG, impactando toda a bacia do Rio Doce, uma das principais da região Sudeste do Brasil. Além do rompimento em 25 de janeiro de 2019 da barragem de rejeitos localizada na Mina do Feijão da empresa Vale S.A. no município de Brumadinho-MG, que culminou com impactos na Bacia do rio Paraopebas e causou a morte de aproximadamente 250 pessoas que foram engolidas pela lama da barragem.

Assim, em Minas Gerais, os processos de desenvolvimento propostos por este Estado, através da exploração de seus recursos, como minério e exploração de aproveitamentos hidrelétricos, vêm ameaçando grupos sociais de diversas origens. Essa realidade é observada, principalmente, na região da Zona da Mata de Minas Gerais, ou seja, a proliferação de projetos Minerários e Hidrelétricos têm ameaçado os grupos sociais ali estabelecidos, conduzindo uma disputa por recursos de um mesmo território, fato este, que ocasiona vários conflitos ambientais e têm provocado consequências danosas para essas comunidades e preocupação que eventos como narrados no parágrafo anterior ocorra também nessa região.

Sobre a definição dos conflitos ligados ao meio ambiente, autores como Nicolai-Hernández e Carvalho (2006) *apud* Acselrad (2004) apontam que esses conflitos podem ser vistos como disputas entre atores sociais em relação ao acesso, uso, manejo e significado do meio ambiente. Em outras palavras, o conflito ambiental é representado pela divergência de interesses, na apropriação dos recursos naturais e nas representações e significados atribuídos ao meio ambiente e ao território, entre indivíduos ou grupos.

Desta forma, este texto procura apresentar a experiência de assessoria e mediação do PACAB, junto aos atores sociais envolvidos em conflitos associados a empreendimentos minerários nos últimos anos na Zona da Mata de Minas Gerais, especificamente, entre 2011 a 2018.

## **Desenvolvimento**

O Brasil, ao longo da sua história, tem priorizado um modelo de ocupação de recursos, que tem trazido diversas consequências, não só para o ambiente, mas também, para as populações atingidas. Nesse contexto é possível citar populações extrativistas, agricultores familiares, indígenas, dentre outros. Na Zona da Mata de Minas Gerais essa realidade pode ser observada com a proliferação de projetos Minerários e Hidrelétricos que têm ameaçado os grupos sociais ali estabelecidos, conduzindo uma disputa por recursos de um mesmo território, fato este que ocasiona vários conflitos ambientais.

Nesse sentido, Acselrad (2010, p.7) relata que “[...] os danos ambientais do desenvolvimento são distribuídos desigualmente, atingindo mais que proporcionalmente as populações mais destituídas, de menor renda, populações tradicionais e grupos étnicos”. De forma similar, para Silva (2009, p.96) os sujeitos mais atingidos são “[...] aqueles (as) cuja estrutura social tem menor acesso às instâncias de decisão e influência política”.

Este tipo de desenvolvimento econômico passa pela ideia de aumento de infraestrutura, ou seja, capital físico investido, que em sua maior parte, depende do uso de recursos hídricos - Usinas Hidrelétricas e Pequenas Centrais Hidrelétricas, por exemplo - e de processos de apropriação de terras - construção de mineradoras, estradas,

minerodutos, entre outros - isto, para citar algumas prováveis condicionantes de surgimento de conflitos, entendendo que estas não são as únicas.

No caso da mineração, a partir de 2005, o Brasil viveu o chamado *boom* minerário, evento que foi fomentado pelo o aumento substancial referente aos preços dos minerais. Essa realidade deveu-se ao incremento demandado por meio do mercado asiático, especificamente a China, motivada em seu próprio crescimento econômico e produtivo. Imbuído neste contexto, o Brasil, na perspectiva do *boom* das *commodities* minerais, ampliou de forma significativa suas exportações.

Essa realidade pode ser observada nos números referentes à Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM), que ilustram a expressividade do Estado mineiro sob a ótica das arrecadações destas compensações: Minas Gerais (40,6 %) e Pará (37,1 %), lideram a produção de minério de ferro. No segundo semestre de 2017, estes dois estados concentraram 77,7 % da arrecadação dos *royalties* da mineração. Subsequente, registram os estados de Goiás (5,1 %), São Paulo (3,3 %) e Bahia (2,3 %), (DNPM, 2017).

Esse *boom* minerário, vai trazer uma série de impactos como a reprimarização da economia brasileira; o alto consumo energético determinante na implementação de outras usinas hidrelétricas e/ou termelétricas provocando múltiplos impactos entorno de todo o complexo produtivista; o imoderado e inconsequente consumo hídrico; bem como à amplificação dos conflitos ambientais (FENELON, 2018).

Essa realidade do *boom* mineral no Brasil, é analisada por autores como Gudynas (2014). O termo neoextrativismo, consisti na exploração dos recursos naturais, apropriados para fins de exportação, com processamento mínimo dessas *commodities*. Para o autor, essa seria a história dos países latino americanos - nessa perspectiva de extração neoextrativista, existiria algumas variáveis que ajudam pensar sobre a diferenciação, desse novo modelo: volume, intensidade ambiental, destino e etc. Cumprindo simultaneamente três condições: um alto volume, intensidade da extração sem processar e exportação de mais de 50 % da sua extração. Essa realidade num mundo globalizado ainda envolveria uma série de interesses de empresas, principalmente, transnacionais que estariam interessadas em explorar as riquezas desses países da América Latina num modelo de apropriação a todo custo desses recursos naturais (GUDYNAS, 2014).

Portanto, para Milanez e Santos (2013) e também para o próprio Gudynas (2014), as transformações políticas ocorridas na América Latina, no início do século XXI, favoreceu o surgimento de governos progressistas, que fomentaram a exploração dos recursos naturais da região, principalmente, petróleo, gás e minerais. Com o argumento de sustentação de suas políticas "desenvolvimentistas".

Nesse contexto, Gudynas (2014), descreve que a euforia econômica dos últimos anos, baseada no alto preço das *commodities*, estimulou o aumento da exploração desses recursos passando a ser considerada enquanto estratégia central de desenvolvimento dos governos do continente, o que tem provocado uma série de conflitos e impactando territórios e provocando um debate sobre esse modelo de exploração dos recursos naturais e o papel desses governos na sustentação desse modelo.

Seguindo essa linha de raciocínio, Gonçalves (2016), procura descrever que esse processo do aumento da exploração dos recursos encontra-se correlacionado ao crescimento expressivo das demandas globais por minérios, sobretudo de países

asiáticos como, por exemplo, a China. Consequentemente, o ferro, o cobre, a bauxita, o nióbio, o níquel assim como o ouro, foram celeremente explorados por meio de novos investimentos, com repercussão na economia e nos territórios de países como Brasil, Peru, Argentina e Chile.

Nesta ótica, o paradigma minerador extrativista exportador difundido na América Latina, fundamentado em megaprojetos, consolida estratégias de controle territoriais e de acumulação por espoliação (HARVEY, 2013). Assim, a escala de produção e consumo, as técnicas e cadências extrativistas, bem como o uso e desperdício dos próprios minérios, água e energia estampam um modelo socioambiental insustentável e as contradições dos megaempreendimentos minerários.

A partir dessa realidade, a exploração mineral recente passa a fundamentar-se no arquétipo neoextrativista, ou seja, ampara-se em uma tradução contemporânea do extrativismo clássico, preponderante na inserção dependente e funcional do Sul à globalização. Desta forma, presentes e pretéritos rudimentos do extrativismo clássico se amalgamam. O que se vê pela primeira vez, no âmbito do neoextrativismo sobressai: um Estado mais presente em proventos - ativismo estatal, a elevação tributável dos *royalties*, assim como, à amplificação dos investimentos em programas de transferência de renda referente à redução da pobreza. Todavia, tal variante de acumulação reproduz as contradições sociais, próprias do paradigma extrativista (ACOSTA, 2012; GUDYNAS, 2012; MALERBA *et al.*, 2012).

A perspectiva desses governos, baseadas na dependência desse modelo de expropriação dos recursos naturais seria, no olhar de Gudynas (2012), condição *si ne qua non*, para que esses governos obtenham crescimento econômico, bem como para o combate à pobreza e promoção do desenvolvimento. Assumem que tal crescimento proporcionará benefícios para a sociedade como um todo. Frações arrecadadas financiam programas de assistência social e de redução da pobreza – no Brasil, um desses é o Bolsa Família. Juancito Pinto, refere-se ao Programa boliviano de transferência condicionada de renda para a educação, e, semelhantemente, a Argentina promove a inclusão social por meio do Programa Famílias. Neste contexto, o governo se apropria deste discurso no intuito de legitimar o modelo extrativista.

À vista dessas alegações, considerava-se que a riqueza obtida por meio dos recursos naturais era crucial para a manutenção do Estado, bem como para financiar os programas sociais de combate à pobreza em sua generalidade. A recém-surgida denominação neoextrativismo ou neoextrativismo progressista contrapõe ao extrativismo clássico, que, na ocasião dos governos conservadores, as multinacionais exerciam mais autonomia, além de haver uma convicção difundida de que o extrativismo assegurava alguma espécie de crescimento distributivo.

A partir deste “novo” modelo de extrativismo, o Estado apropria-se de seu papel central. Todavia, muitas empresas estatais, prosseguem a reprodução dos “processos produtivos capitalistas, voltados para a competitividade, eficiência, maximização da renda e a externalização dos impactos sociais e ambientais, ou seja, o impacto sobre terceiros” (GUDYNAS, 2013, p. 63).

Desta forma, o neoextrativismo promove a manutenção referente à fragmentação territorial – algumas áreas são exploradas, enquanto inúmeras permanecem sem amparo estatal. Desta forma, determina-se uma outra geografia subsidiada em concessões e licenças em prol do setor mineral, assim, as comunidades migram compulsoriamente, além de terem suas alternativas produtivas aniquiladas. Tal modelo gera grandes

impactos ambientais, como múltiplas formas de contaminação, perda da biodiversidade, enfim, os danos ambientais persistem, e, em outros casos se agravam (GUDYNAS, 2013).

Na obra, as *Diez tesis urgentes sobre el nuevo extractivismo: contextos y demandas bajo el progresismo sudamericano actual*, Gudynas (2009), aponta que nessa reconfiguração de exploração dos recursos naturais desses países latino, o Estado tem um papel maior de intervenções diretas e indiretas no setor, neste caso, ele aponta alteração na questão tributária para favorecer o setor, alteração na legislação como no caso do Brasil, que encontra-se em andamento, a alteração do novo código mineral, política de subsídios para o setor através de bancos públicos, como no caso brasileiro, o BNDES.

O Brasil, no ano de 2009, marca os primeiros traçados, com vista a favorecer essas alterações e implementar uma estratégia de organização produtiva para o setor, através da elaboração do Plano Nacional de Mineração 2030 (PNM – 2030). Tal proposta configuraria uma espécie de parceria entre governo e mineradoras. Coincidentemente ou não, nessa mesma ocasião, o Ministério de Minas e Energia (MME), juntamente com a Casa Civil instauraram a reformulação do Código da Mineração, cujo objetivo notório é incrementar o extrativismo mineral na ordem do dia (GONÇALVES *et al.*, 2015).

No decurso de 2010, a Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral, vinculada ao Ministério de Minas e Energia publicou o Plano Nacional de Mineração 2030 (PNM – 2030). Tal produção refere-se à uma ferramenta estratégica norteadora no âmbito das políticas de médio e longo prazo, cujo objetivo é inserir o setor mineral enquanto alicerce para o desenvolvimento sustentável do país até 2030. Fundamentado em três diretrizes básicas: i) governança pública eficaz, ii) agregação de valor e adensamento do conhecimento por todas as etapas do setor mineral, e iii) sustentabilidade; este plano traz, enquanto missão primordial, elaborar um novo Código de Mineração, bem como ampliar os conhecimentos geológicos (BRASIL, 2010). Observa-se que palavras imbuídas neste plano, tentam imprimir uma conotação favorável ao setor minerário, enquanto se diz responsável socioeconomicamente:

A elaboração do PNM–2030 parte do princípio de que a mineração fornece bens minerais para a sociedade contemporânea, atendendo aos princípios básicos da responsabilidade ambiental, da justiça social e da viabilidade econômica, sem descuidar das demandas das gerações futuras (BRASIL, 2010, p. 53).

A questão vulnerável do PNM – 2030, encontra-se perante a insuficiência de uma percepção mais aprofundada referente aos inúmeros infortúnios causados pela mineração: econômicos, ambientais, sociais. Estranhamente, são justamente os mesmos itens que se dizem “valorizados” nas linhas da última citação. Imbuído num pretexto positivo e minimalista, seus elaboradores compreendem a mineração sempre de forma favorável, exigindo, assim, apenas uma regulamentação técnica. Deste modo, pretende-se, multiplicar por até cinco vezes as atividades mineradoras no Estado brasileiro em 20 anos (BRASIL, 2010).

Isso posto, torna-se possível antever algumas consequências: o aumento significativo dos impactos ambientais, assim como a dilatação dos tantos conflitos já existentes. O desenvolvimento de uma nação não pode ser contabilizado tão somente pelo viés crescente do Produto Interno Bruto (PIB). Outro item inquietante, apresentado pelo MME, refere-se à imprescindibilidade de se instituir normas de conduta (regulamentação) para que a mineração possa se adentrar em territórios, por ora,

protegidos por lei: “[...] meio ambiente, terras indígenas e de quilombolas, áreas para reforma agrária, sítios arqueológicos e fossilíferos, entre outros” (BRASIL, 2010, p. 126).

O ato de regulamentar, ou seja, redigir e publicar regras traduz um espectro apartidário e tecnicista, em relação ao termo (regulamentação), não obstante, numa leitura contextualizada, percebe-se, talvez, a expectativa malevolente de um afrouxamento do âmbito das restrições legais, outrora conquistadas, em prol da amplificação do segmento minerador (FENELON, 2018).

Além da insensatez de tais expectativas, o arcabouço legislativo brasileiro, referente às leis minerais, traz diversas diretrizes acerca dos estudos de impacto ambiental, conservação, restauração e não contaminação do ambiente. Todavia, há uma contrariedade, sobretudo junto à megamineração: tais regulamentações são incompatíveis e contraditórias. O Estado, ao conceder o direito à exploração mineral aos megaempreendimentos minerais, incondicionalmente decreta o extermínio ambiental. Nesta conspiração jurídica, os direitos são, quase sempre, a favor do empreendedor (SCOTTO, 2013).

Ainda no contexto do PNM – 2030, ao compreender seus objetivos, as composições dos atores envolvidos e suas articulações, percebe-se imbuído neste Plano, um viés setorial neodesenvolvimentista. O primeiro, refere-se ao fato de compreender a mineração de forma isolada, não contextualizada às suas inter-relações cooperativas e conflituosas com os demais segmentos da sociedade. Neste sentido, categorias importantes, como os atingidos e os coletivos sociais são excluídos das discussões e, assim, as decisões são tomadas subsidiadas tão somente em seus múltiplos interesses capitalistas. Evidencia-se, portanto, no âmbito das preocupações, como o Estado, enquanto regulador do acesso ao subsolo, poderá favorecer a operação das mineradoras transnacionais no sentido de intensificar a extração mineral e os rendimentos do setor.

No entanto, fundamentado num relevante objetivo estratégico do PNM – 2030, assegurar a governança pública eficaz do setor mineral, este Plano, prevê o aumento da extração de níquel em 400 %, de cobre em 360 %, de ouro em 260 %, de ferro em 210 % e de bauxita em 195 % até o ano de 2030 (MAGNO, 2017). Tais metas são, também, reveladoras da reafirmação neoextrativista no quadro brasileiro contemporâneo.

Apenas um ano após a publicação do PNM – 2030, o Conselho de Altos Estudos e Avaliação Tecnológica da Câmara dos Deputados, produziu um material identificado sob o título - Setor Mineral: Rumo a um novo marco legal. Justificado pela antiguidade doutrinária do Código de Mineração (1967), foram traçadas as primeiras linhas institucionais dessa demanda (BRASIL, 2011). Por meio de uma linguagem generalista e abstrata, sob o pretexto das novas exigências contemporâneas, este estudo valoriza permanentemente o crescimento econômico, vinculando-o à ampliação da cidadania.

Já em 2013, o governo federal passa a focar em um novo marco legal para mineração e o Ministério de Minas e Energia, juntamente com a Casa Civil instituíram as reformulações do Código da Mineração, cujo objetivo fundamental refere-se à intensificação da exploração mineral do país, assim como a atração de novos investimentos para o setor mineral (MME, 2009).

Nessa sequência, no Palácio do Planalto, dia 18 de junho de 2013, foi apresentado, pela Presidente Dilma Rousseff, em regime de urgência, o Projeto de Lei nº 5.807, de 2013, referente ao novo marco regulatório da mineração. Tal proposta, prevê a criação de um Conselho Nacional de Política Mineral, bem como de uma Agência Nacional de Mineração, órgão regulador do setor mineral. Também estabeleceram a

substituição do regime de prioridade por uma lógica de certames públicos para a concessão de títulos minerários, bem como a extensão dos royalties minerários (BUSTAMANTE, 2013).

Trazendo esse debate da mineração para o atual governo federal, a questão mineraria volta à pauta com o discurso da estratégia nacional dessas riquezas, uma argumentação justificada pela tal soberania do país. Esse olhar vai provocar discursos acalorados sobre a Amazônia procurando marcar essa posição brasileira frente a outras nações. Desta maneira, torna-se nítido, por meio da fala do Presidente Jair Bolsonaro, que no dia primeiro de outubro de 2019, aponta que os interesses de nações estrangeiras sobre a Amazônia estariam relacionados com às riquezas minerais existentes nesse território. Em suas palavras: "O interesse na Amazônia não é índio ou a árvore é no minério"<sup>1</sup>. No entanto, os rumos políticos vistos até agora, nos mostra que a perspectiva de aumento de extração das riquezas e na produção de *commodities* permanece a mesma, porém numa perspectiva de intensidade de exploração maior e, conseqüentemente, de potencialização dos conflitos relacionados a essas atividades.

### **O Estado de Minas Gerais o berço da mineração um olhar para a Zona da Mata de Minas Gerais**

A mineração em Minas Gerais se confunde com a própria história deste Estado, desde o século XVIII, com a descoberta de ouro nos sertões mineiros; estima-se que em torno de 450 mil portugueses imigram para o cobiçado Estado. Já naquela época, também por ausência de um arranjo territorial, conflitos no âmbito da extração minerária eram regulares e abarcavam diversos atores: empresários da mineração, índios, escravos africanos, garimpeiros, assim como servidores da Coroa de Portugal (DEAN, 1996; ALIMONDA, 2014).

Desta forma, a expropriação desse território, foi marcada principalmente, pela exclusão social e pela devastação ambiental, levando a cabo o extermínio da Mata Atlântica para dar lugar à mineração e outras atividades, fato que atingiu, irrevogavelmente, a vida de coletivos regionais, sobretudo a dos índios, que muitas vezes foram escravizados, expulsos de seus territórios e mortos (BOXER, 2000).

Outra questão perniciosa que outrora já ocorria, eram as constantes mudanças de direção (desvios) dos riachos a fim de facilitar os procedimentos investigativos em relação ao leito dos rios - sempre à procura incansável do ouro. Conseqüentemente a degradação desencadeada pela mineração foi mais acentuada justamente nos fundos dos rios, assim como nas planícies aluviais cascalhadas.

Segundo Fenelon (2018), trazendo o contexto histórico para os dias atuais, tendo enquanto cenário, o resquício da Mata Atlântica, percebe-se que as mudanças entorno das investidas do setor mineral, põe em xeque a manutenção da tradição das populações pré-existentes, além de comprometer a fauna, a flora e os recursos hídricos nos locais explorados. Como o fato o corrido em novembro de 2015, uma notícia ganha notoriedade internacional, também em Minas Gerais. Somaram cerca de 50 milhões de metros cúbicos de resíduos minerais, conduzidos por meio de um dos rios mais expressivos no âmbito da região sudeste brasileira. Rojando-se pelo chão, o rejeito

---

<sup>1</sup>LINDNER Julia Jornal Estadão (2019): <https://sustentabilidade.estadao.com.br/noticias/geral,bolsonaro-o-interesse-na-amazonia-nao-e-no-indio-e-nem-na-arvore-e-no-minerio,70003032700>

mineral excretado da barragem rompida, transformou-se em enxurrada de lama, destruindo casas, quintais, criações, gente, tudo à sua jusante. Ao encontrar com as águas do Rio Doce, contaminou todo o curso desse flúmen e entorno de suas margens – foram 600 quilômetros até sua foz junto ao Oceano Atlântico. A barragem de minério que se rompeu em Mariana-MG, é de domínio da empresa Samarco Mineração S.A., cujo capital é gerido paritariamente por meio de duas notáveis internacionais da mineração: a Vale S.A e a BHP Billiton Brasil Ltda. Breve instante à ruptura desta barragem, 19 pessoas morreram, centenas de moradias ficaram completamente destruídas, além da inoperância causada às múltiplas atividades produtivas de inúmeras comunidades ribeirinhas.

Desta forma, pode-se dizer que proliferação de empreendimentos minerários na Zona da Mata de Minas Gerais, tem ameaçado a continuidade de ocupação do território e das terras férteis de agricultores familiares, quilombolas e ribeirinhos - aumentando cada vez mais os impactos sociais, culturais, econômicos e ambientais sobre populações locais.

Zhour e Rothman (2008) aponta que, por volta dos anos 90 do século XX, a Zona da Mata Mineira se tornou alvo de grandes empreendedores, com a projeção de mais de 15 projetos de barragens na região, sendo que seis estavam projetadas para a bacia do Rio Doce, que de maneira óbvia, estava sendo estudada desde a década de 60 por empresas estatais e privadas, devido a sua grande capacidade hidráulica para a produção de energia.

Esse contexto não está dissociado da instalação de empreendimentos minerários, isto é, as barragens, que na maioria das vezes, são construídas para produzir energia para mineradoras. No Quadrilátero Ferrífero, localizado em Minas Gerais, por exemplo, as Mineradoras Novelis, Vale e Samarco captam a energia das Usinas Hidrelétricas implantadas na Zona da Mata Mineira como a UHE Candonga (Risoleta Neves), UHE Brecha e a PCH Fumaça.

Neste cenário, tem-se ainda a questão da implantação de minerodutos, que na região, remete ao ato de estabelecimento de faixa de servidão nos locais de passagem desses empreendimentos, sendo necessário realizar demolições de casas, paióis, engenhos e outros imóveis, além do corte de árvores e da ruptura com outros elementos naturais que se encontram no meio ambiente, esses, muitas vezes, apresentam grande valor simbólico para as populações.

Além dessas questões, outro ponto negativo, trazido por esses empreendimentos minerários, se refere ao uso da água para o transporte do produto ou até mesmo a contribuição para extinção ou eliminação de uma série de nascentes que são afetadas nos trajetos da passagem dos minerodutos.

Além dos valores culturais, a justa indenização, preconizada pela Constituição da República em seu art. 5º, XXIV, e que deveria compreender real e efetivamente ao valor do bem expropriado, incluindo juros moratórios, juros compensatórios, correção monetária, honorários advocatícios, dentre outras despesas (MELLO, 2009, p. 877). Todavia, o que acontece na prática, é o pagamento à míngua e em valores que destoam da previsão constitucional. Nesse sentido, a assessoria de caráter jurídico em prol dos atingidos é imprescindível para o correto processo de implantação desses empreendimentos.

A partir da efetiva veracidade da instalação destes projetos, em meados da década de 1990, surgiu uma resistência por parte das comunidades, subsidiada por

movimentos sociais. Ao iniciar a construção das Hidrelétricas, o Movimento dos Atingidos por Barragens (MAB), amparado por meio da Arquidiocese de Mariana-MG, se instalou na região. Naquela ocasião, este Movimento também contou com o apoio da Comissão Pastoral da Terra (CPT) de Minas Gerais, das Comunidades Eclesiais de Base (CEBs), do Movimento da Boa Nova (MOBON), além de mais quatro professores da UFV a fim de, juntos, lutarem pelos direitos das comunidades atingidas. Posteriormente, juntaram-se à esta missão, o padre Antônio Claret Fernandes, alguns assessores do Dom Luciano, líderes das comunidades atingidas, ambientalistas, entre outros atores. Desta forma, configurou-se o primeiro coletivo de resistência contrário aos grandes empreendimentos na região (OLIVEIRA, 2005; OLIVEIRA, 2015; MOURA, 2015).

Portanto, a realidade apontada em parágrafos anteriores faz com que levantemos a hipótese de que a previsão de implantação de barragens e de empreendimentos minerários na Zona da Mata de MG tem contribuído para o surgimento dos mais variados tipos de conflitos associados aos impactos provocados por esses projetos e pela disputa dos recursos naturais existentes na região. O que faz com que, cada vez mais, sejam necessários o investimento, principalmente, o intelectual, no sentido de apoiar e assessorar as comunidades ou grupos atingidos por esses empreendimentos.

### **A experiência de assessoramento na Zona da Mata**

Os procedimentos de assessoramento que foram adotados para a realização dos trabalhos do Projeto junto às comunidades, consistiram em acompanhar os processos de licenças ambientais, processo de negociação, participação em audiências públicas e avaliação e análise de Estudos de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) bem como na mobilização das comunidades e divulgação dos possíveis impactos provocados por esses empreendimentos minerários.

Portanto, a proposta metodológica do PACAB, entende que a assessoria às comunidades é compreendida como uma ação de mediação, troca de aprendizado entre os membros do Projeto e os atingidos e a participação conjunta. Utiliza-se, também, a metodologia fundamentada na acumulação das experiências dos projetos de extensão realizados ao longo de sua história.

Desta forma, as ações realizadas pelos participantes do Projeto possibilitam incentivar a participação de todos os envolvidos contribuindo para que fosse construído uma percepção sobre a questão dos conflitos ambientais e os problemas causados pelos empreendimentos minerários nas comunidades parceiras da proposta.

Assim sendo, a atuação do PACAB juntamente com seus parceiros tem contribuído na organização social e política dessas comunidades afetadas por esses empreendimentos, contribuindo para reforçar o poder de negociação no processo de disputas pelos direitos dessas comunidades atingidas. Na sequência desse texto será apresentado duas experiências de assessoramento do PACAB, na região de Viçosa-MG e Muriaé-MG.

### **O caso do mineroduto da Ferrous**

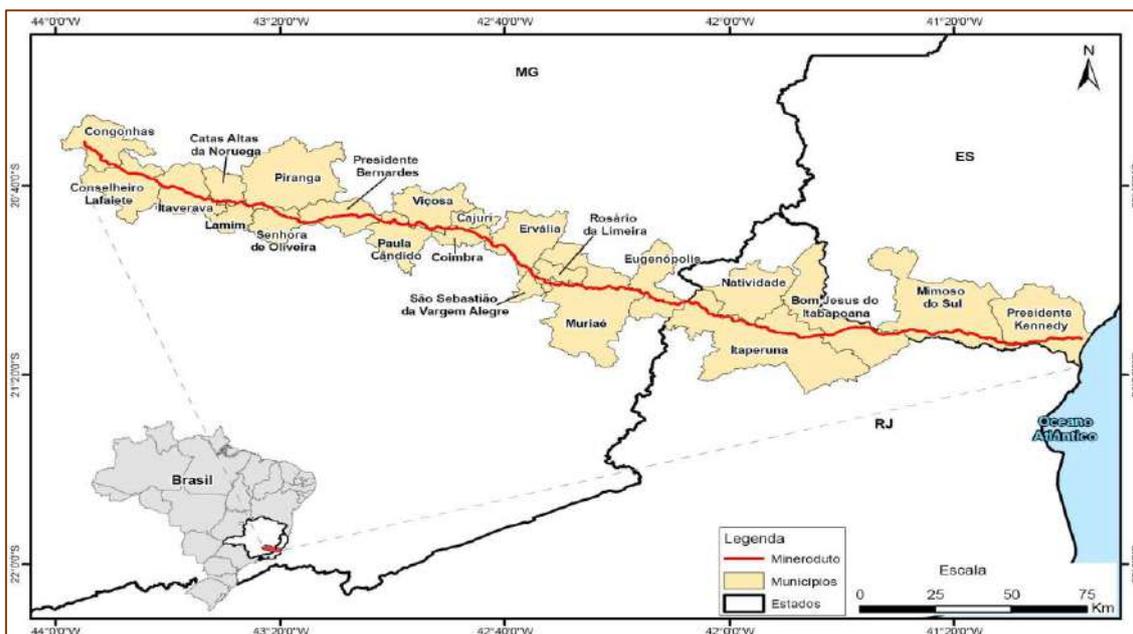
A proposta de passagem de um mineroduto da empresa *Ferrous Resources*, na região, data do início dessa década. Tal empreendimento previa uma faixa de servidão de aproximadamente 100 metros de largura e 400 quilômetros de comprimento que

ligaria o complexo da Mina da Viga, em Congonhas-MG, ao porto da "Ferrous Resources", em Presidente Kennedy-ES. Seriam atingidos vinte e dois municípios, sendo dezessete em Minas Gerais, três no Rio de Janeiro e dois no Espírito Santo. Na Figura 1, a seguir é possível observar a proposta de traçado do mineroduto.

Nos dados contidos no Estudo de Impactos Ambientais (EIA) do Mineroduto *Ferrous*, aproximadamente 122.219 pessoas, inseridas no recorte espacial do empreendimento, seriam diretamente afetadas com a implantação de tal mineroduto, nas diferentes fases de execução do projeto (CASTRO, OTÁVIO, 2010).

A possibilidade de passagem desse equipamento na região, trouxe uma série de dúvidas e reflexões, até porque a forma como o processo foi conduzido, marcado por irregularidades e controvérsias, fizeram com que as comunidades atingidas, movimentos sociais e pesquisadores se organizassem no município de Viçosa-MG em uma rede articulada que ficou conhecida como Campanha pelas Águas.

Cabe destacar que esse coletivo organizado foi formado pelas seguintes entidades que deram início a articulação: Entidade Nacional de Estudantes de Biologia (ENEBio), Projeto de Assessoria as Comunidades Atingidas por Barragens e Mineração (PACAB), Movimento dos Atingidos por Barragens (MAB), Movimento dos Trabalhadores Sem Terra (MST), Associação dos Geógrafos do Brasil (seção Viçosa), Levante Popular da Juventude, Associação dos Moradores do Bairro Palmital, Paróquia Nossa Senhora de Fátima de Viçosa-MG, estudantes da UFV e os atingidos dos municípios de Coimbra-MG e Viçosa-MG.



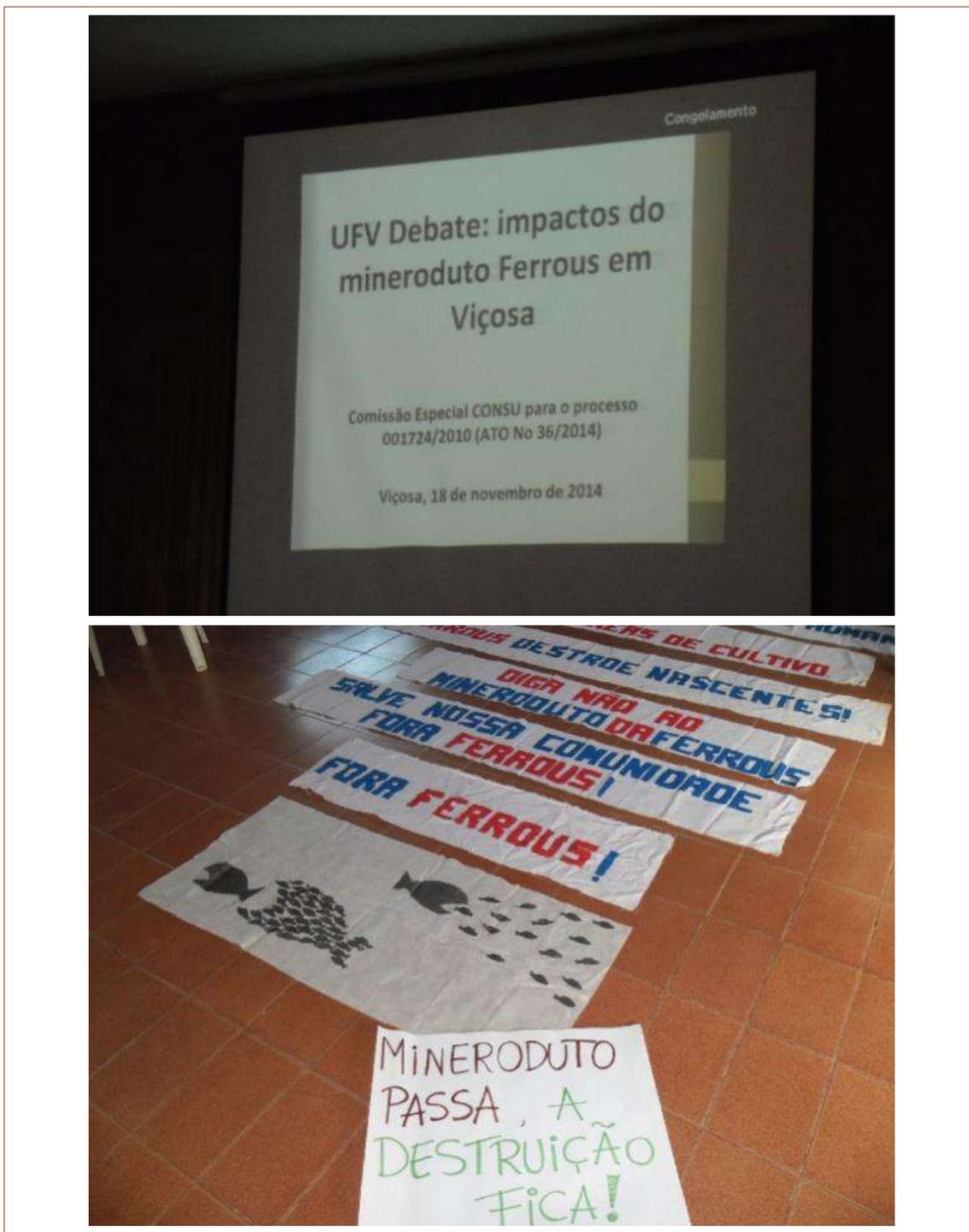
**Fonte:** Ferrous – Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo (2010).

**Figura 1.** Localização do Mineroduto Ferrous desde o complexo da Mina da Viga, em Congonhas-MG, até ao porto da "Ferrous Resources", em Presidente Kennedy – ES.

Desta forma, a Campanha pelas Águas procurou trazer à baila o debate sobre os impactos que esse empreendimento poderia trazer para região, sobretudo, no impacto relacionado às populações atingidas, bem como junto às questões hídricas, uma vez que o empreendimento visava passar em regiões com expressiva presença de nascentes. Vale ressaltar que os municípios da região em estudo, vem sofrendo nos últimos anos

significativas restrições hídricas, provocando inclusive severos racionamentos de água, como vem ocorrendo no município de Viçosa-MG.

Assim, o PACAB juntamente com seus parceiros contribui na organização de reuniões e assembleias populares realizadas em municípios atingidos pelo empreendimento. Como resultado dessa mobilização, foi possível através de ação civil pública, perpetrar a revisão no licenciamento do empreendimento, e colocando para o empreendedor uma série de obstáculos.



**Fonte:** Acervo do PACAB, 2014.

**Figura 2.** Ações do PACAB, Campanha Pelas Águas e parceiros ao longo do debate da possível instalação de um mineroduto na região.

Essa experiência de assessoria possibilitou trazer para a região sobretudo, para o município de Viçosa-MG, uma série de discussões sobre os impactos que empreendimentos dessa natureza causam ao meio ambiente. Além de trazer no âmbito acadêmico, um debate importante e primordial sobre o papel da universidade nesse contexto. Nas figuras a seguir é possível observar um pouco dessas reflexões representadas nos cartazes apresentados ao longo dessa caminhada.



**Fonte:** Arquivos do PACAB, 2016.

**Figura 3.** Cena simulando o fim do mineroduto.

A resistência perpetrada contra a possível instalação desse empreendimento, surtiu efeitos importantes, fazendo com que, em julho de 2016, os procedimentos para o licenciamento ambiental do mineroduto fossem abandonados pela *Ferrous* e a Licença Prévia expira. Na ocasião, a empresa se manifestou por meio de nota, se justificando que o processo de licenciamento ambiental seria paralisado, usando como argumento a conjuntura econômica desfavorável, e a baixa nos valores do minério no mercado internacional.

No entanto, além dos fatores econômicos é possível apontar que, a forte mobilização realizada pela Campanha das Águas, reivindicando que o licenciamento fosse revisto e que procedimentos mais rigorosos fossem considerados, foi preponderante para que a Empresa desistisse, pelo menos por enquanto, em prosseguir com o empreendimento.

Como forma de comemorar a desistência da empresa em dar prosseguimento ao licenciamento, em agosto de 2016, na Escola Nacional de Energia Popular – ENEP, localizada na Zona Rural de Viçosa-MG, os diversos atores que compunham a Campanha, assim como, comunidades que seriam atingidas pela passagem do mineroduto, realizaram uma comemoração, que foi denominada, de: “Enterro Simbólico do mineroduto”. Nas imagens a seguir é possível captar alguns desses momentos dessa jornada de encerramento da luta contra esse empreendimento.

Na ocasião foi realizado uma análise do trabalho da Campanha juntamente com os seus parceiros, avaliando para a necessidade em difundir essa experiência para outras regiões. Essa percepção permitiu compreender à necessidade de expansão espacial das ações da Campanha. Assim, além de promover questionamentos acerca dos impactos ambientais do empreendimento em Viçosa-MG, várias intervenções alcançaram outras amplitudes, tanto espacial, no atendimento à demanda de outros municípios que passavam por situações afins, como no formato de sua oratória, ao levar também o questionamento do modelo de exploração minerária brasileiro. Desta forma, a Campanha prosseguiu ampliando sua atuação para além do mineroduto da *Ferrous*. Trata-se de sua participação em intercâmbios de atingidos por minerodutos, encontro das Redes de Articulação e Resistência à Mineração na Zona da Mata mineira, apoio aos atingidos pelo rompimento da barragem de Fundão. A análise dessa experiência trouxe uma lição importante apreendida pelos membros do PACAB, que é a importância do trabalho e da organização em rede.

### **Articulação no entorno do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro para formação de uma rede de resistência a mineração**

No ano de 2016, depois da experiência com a Campanha Pelas Águas, a assessoria do PACAB passa a trabalhar junto aos grupos e movimentos sociais na região do território do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro - PESB, nesse período, o projeto esteve atuando em parceria com o IFET-Sudeste de MG (Campus de Muriaé-MG), Movimento Pela Soberania Popular na Mineração, Comissão Pastoral da Terra e comunidades organizadas no distrito de Belisário, que vinham sendo ameaçadas pela mineração de bauxita nesse território. Esta atuação é voltada principalmente para a formação de uma rede de resistência a esse cenário devastador que a mineração provoca. Vide o caso do rompimento da barragem da Samarco em Mariana-MG em novembro de 2015.

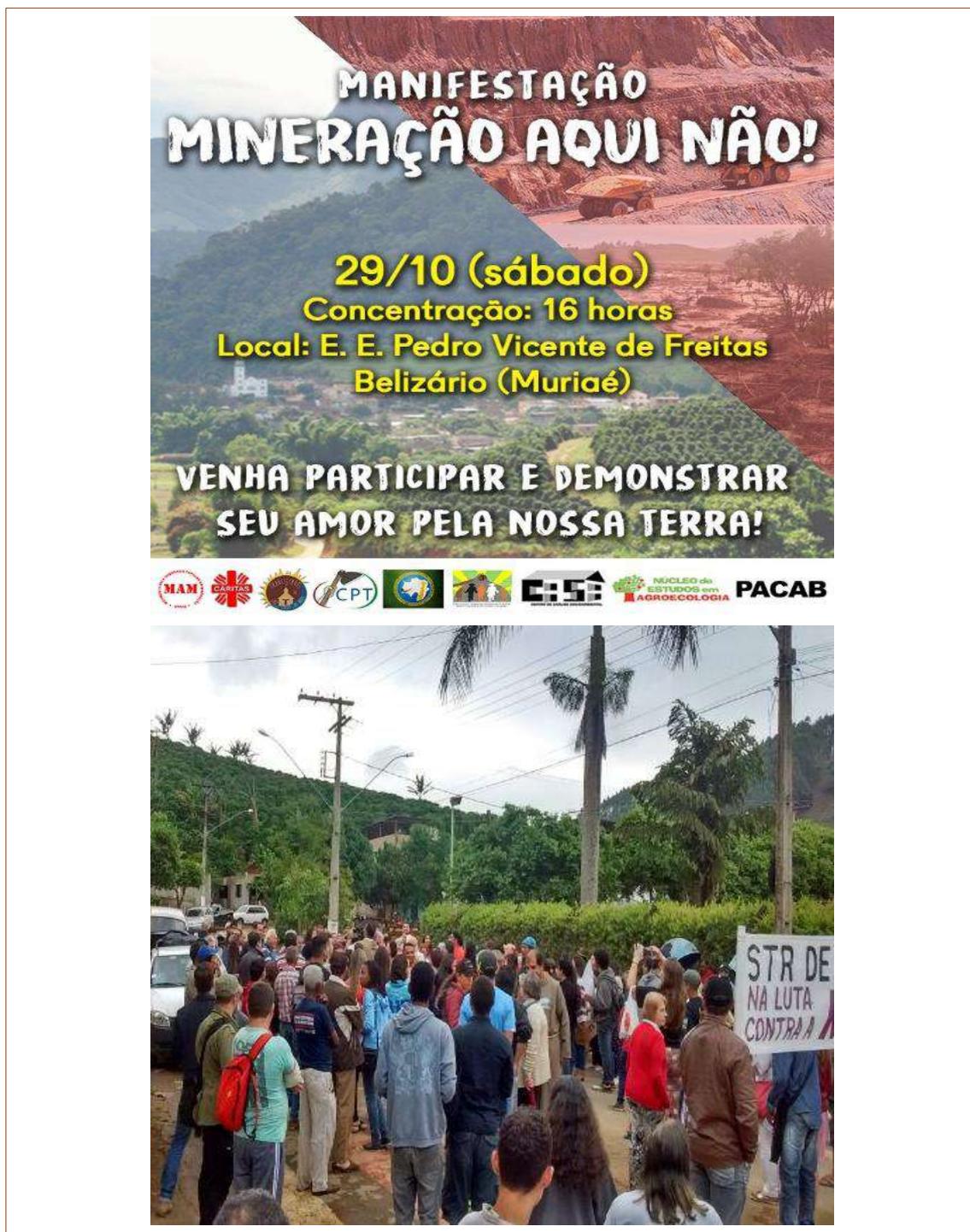
A região, portanto, configura-se pelos municípios (Divino-MG, Araponga-MG, Fervedouro-MG, Miradouro-MG, Ervália-MG, Mirai-MG, Muriaé-MG, Rosário da Limeira-MG, Pedra Bonita-MG e São Sebastião da Vargem Alegre-MG), com forte influência da agricultura familiar, dos movimentos agroecológicos que vem sendo ameaçadas pela extração de bauxita na região. Nas imagens a seguir observa-se emblemas desses debates.



Fonte: Acervo do PACAB, 2016.

Figura 4. Emblemas, arte e Posts.

É importante frisar, que nessa região existe o segundo maior veio de bauxita do Brasil, o que faz com que as comunidades inseridas nesse território estejam constantemente ameaçadas por essa extração minerária e necessitem da conformação de parcerias que possam contribuir para o fortalecimento da organização social e nas demandas geradas nesse cenário.



Fonte: Acervo do PACAB, 2016.

Figura 5. Mobilização no Distrito de Belisário-Muriaé.

As ações que o PACAB tem participado, consiste no envolvimento junto as mobilizações que vinham ocorrendo em Belisário, entre estas, é possível citar: as assembleias populares, reuniões, passeatas e audiências. Nas imagens a seguir apresenta-se momentos da organização de uma passeata que ocorreu no segundo semestre de 2016 no distrito de Belisário (Muriaé-MG).

No caso das audiências, destaca-se a que ocorreu em junho de 2017, tal evento tinha por objetivo tratar das questões relativas a supostas violações dos direitos humanos cometidos pelo Grupo CBA/Votorantim na região da Serra do Brigadeiro. Esse empreendedor é o principal responsável pela extração de bauxita - minério encontrado na região. A audiência foi organizada pela Comissão de Direitos Humanos da Assembleia Legislativa de Minas Gerais. Além disso, o Projeto também contribuiu na produção de materiais para "Caminhada das Águas", que aconteceu em Viçosa-MG no dia 22 de março.

O PACAB, também, participou da Troca de Saberes durante a Semana do Fazendeiro realizada na UFV no ano de 2017, oferecendo uma oficina que discutiu a questão dos impactos das barragens e dos empreendimentos minerários, problematizando os efeitos danosos desses empreendimentos junto ao meio ambiente e as populações atingidas.

Nos anos de 2018 e 2019 a articulação na região do Território da Serra do Brigadeiro continuou sua mobilização e lutas conseguindo uma conquista importante no final de 2018, ou seja, através do projeto de Lei 192 que visa proteger nascentes do município de Muriaé-MG, numa área aproximada de 10 mil hectares com mais de duas mil nascentes. Neste contexto, foi criada a área de preservação denominada "Patrimônio hídrico" do município de Muriaé-MG, tal conquista foi fruto dessa mobilização que possibilita "proteger o distrito de Belisário, às margens do Parque Estadual Serra do Brigadeiro" do avanço da mineração de bauxita na região (DOTTA, 2018, s/p).

Por fim, destacamos que essa experiência de articulação, nos apresenta uma disputa entre dois projetos antagônicos de desenvolvimento: um de viés economicista fundamentado no *Boom das commodities* e no neoextrativismo, conduzido por meio de mineradoras de bauxita amparadas pelo Estado. O outro, fundamentado num modelo que respeita o tempo de reposição da natureza, voltado à manutenção e conservação dos recursos naturais por meio da agricultura e agroindústria familiar, do incentivo ao turismo solidário e do artesanato, da valorização da tradição, modo de vida e cultura, amparado pelos coletivos sociais, entidades classistas, igreja, universidades.

### **Considerações Finais**

A experiência ao longo desses mais de 20 anos de assessoria realizado pelo PACAB tem nos mostrado que no Brasil, sobretudo em Minas Gerais, e região Amazônica, a mineração vem impactando territórios, comunidades e aquíferos, ameaçando e inviabilizando uma série de alternativas de vida, de produção e de renda, principalmente em áreas ocupadas por grupos de baixa renda, comunidades tradicionais, indígenas, quilombolas, extrativistas, pescadores artesanais, agricultores familiares, dentre outros grupos que compartilham os espaços de uso comum e do uso dos recursos naturais, reafirmando a hipótese de que estes projetos têm deixado grandes impactos ambientais vide os casos ocorridos nos municípios de Mariana e Brumadinho em Minas Gerais. Portanto, a presença de movimentos sociais contrários ao modelo minerador vigente,

tem atuado no sentido de denunciar, enfrentar e debater os problemas causados por esse cenário buscando alternativas para as constantes ameaças desses empreendimentos aos territórios afetados e impactados.

Nesse contexto, o trabalho realizado pelo PACAB tem contribuído no surgimento e fortalecimento de organizações de resistência a esses projetos, na região da Zona da Mata Mineira, entre essas experiências de contribuição é possível citar: o Fórum em Defesa da Vida e Meio Ambiente composto por Sindicatos de Trabalhadores Rurais (STR), que combatem os impactos na agricultura familiar causados pela extração de bauxita na região de entorno do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (PESB) e, a Campanha Pelas Águas e Contra o Mineroduto da Ferrous que atuou na garantia dos direitos das comunidades atingidas e proteção dos recursos hídricos da região.

A assessoria proposta pelo PACAB pode ser entendida como um processo social (não uma atividade pontual) que se insere no conjunto dinâmico das relações (sociais e econômicas) que caracterizam historicamente um determinado grupo. É, também uma prática de intervenção, negociada e dialogada, porque é um trabalho realizado na interação entre especialistas profissionais – agentes que vêm de fora do ambiente direto das relações sociais e simbólicas do público com o qual atua – e atores locais, no qual os conhecimentos, saberes, interesses e projetos passam a interagir balizados pelo objetivo comum de provocar mudanças que beneficiem a todos os envolvidos.

Além disso, desde sua criação, o PACAB vem construindo parcerias importantes com a igreja através da Comissão Pastoral da Terra, sindicato dos trabalhadores rurais e dos movimentos sociais como o Movimento dos Atingidos por Barragens (MAB), mais recentemente no Movimento Pela Soberania Popular na Mineração (MAM) no que tange reflexões inerentes a essa problemática ambiental procurando refletir sobre essa complexidade.

Por fim, o grupo vem trazendo reflexões das questões dos atingidos para dentro da Universidade. O que já contribuiu inclusive para formação de alunos de graduação dos mais diversos cursos como bolsistas (iniciação científica e extensão) ou voluntários. Além de possibilitar uma série de pesquisas de mestrado e doutorado que se dedicam a estudar essa temática. Pesquisas essas que tem contribuído para conhecer melhor a realidade dos impactos provocados por grandes empreendimentos na região, contribuindo assim, na construção de conhecimento sobre essa temática.

## Referências

ACOSTA, A. **Extractivismo y neoextractivismo: dos caras de lamismamaldición.** 2012. Disponível em: <http://www.polodemocratico.co/pdf/Alberto%20Acosta.pdf>. Acesso em: 29 junho 2018.

ACSELRAD, H. **Mediação e Negociação de Conflitos Socioambientais.** Câmara de Coordenação e Revisão do Ministério Público Federal, Brasília. 2010.

\_\_\_\_\_(org.) **Conflitos Ambientais no Brasil.** Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2004.

ALIMONDA, H. Colonialidad y minería en América Latina. *In*: QUINTERO, P. *et al.* **Crisiscivilizatoria, desarrollo y buen vivir.** Buenos Aires: Ediciones del Signo, 2014.

BOXER, C. **A idade de ouro do Brasil**. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 2000.  
BRASIL. **Plano Nacional de Mineração 2030**. Geologia, Mineração e Transformação Mineral. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2010.

BRASIL. **Setor mineral rumo a um novo marco legal**. Relator: Jaime Martins; Paulo César Ribeiro Lima (coord.); Alberto Pinheiro de Queiroz Filho, Leonardo Costa Schüller, Roberto Carlos Martins Pontes. Câmara dos Deputados, Edições Câmara. 276 p. (Série cadernos de altos estudos; n. 8) Brasília, 2011.

BUSTAMANTE, L. A. C. *et al.* **Análise do Projeto de Lei de Marco Regulatório da Mineração do Brasil**. Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, set./2013 (Texto para Discussão nº 137). Disponível em:  
<https://www12.senado.leg.br/publicacoes/estudos-legislativos/tipos-de-estudos/textos-para-discussao/td-137-analise-do-projeto-de-lei-de-marco-regulatorio-da-mineracao-do-brasil>. Acesso em: 18 jul. 2018

CASTRO, A; OTÁVIO, L. "Diagnóstico Ambiental do Meio Socioeconômico". *In*: **Estudo de Impactos Ambientais do Mineroduto Ferrous. Parte IV**. 2010.

DEAN, W. **A Ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira**. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL - DNPM. **Informe Mineral - Julho – Dezembro de 2017**. Diretoria de Planejamento e de Desenvolvimento da Mineração. Brasília, 2017.

DOTTA, R. **Moradores de Muriaé (MG) barram mineração e transformam área em Patrimônio Hídrico**. Disponível em:  
<https://racismoambiental.net.br/2018/12/12/moradores-de-muriae-mg-barram-mineracao-e-transformam-area-em-patrimonio-hidrico/>. Acesso em: 02 outubro 2019.

FENELON, A. N. **Para quê e para quem é este cano? Registros e processos de enfrentamento à mineração extrativista a partir da microrregião de Viçosa/MG**. Dissertação (Mestrado em Extensão Rural) – Universidade Federal de Viçosa-MG. 2018.

FERROUS. **Infraestrutura-Mineroduto**. Disponível em:  
<http://www.ferrous.com.br/index.php/projetos/view/14/14>. Acesso em: 30 julho 2014.

GONÇALVES, R. J. A. F. **No horizonte, a exaustão: disputas pelo subsolo e efeitos socioespaciais dos grandes projetos de mineração em Goiás**. 504 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Goiás, 2016.

GONÇALVES, R. J. A. F.; MILANEZ, B.; MENDONÇA, M. R. No horizonte, a exaustão. O contexto da mineração no Brasil: mudanças globais, mudanças locais. *In*: MENDONÇA, M. L.; STEFANO, D. **Direitos Humanos no Brasil 2015**: relatório da Rede Social de Justiça e Direitos Humanos. São Paulo: Outras Expressões, 2015. p. 119-130.

GUDYNAS, E. Diez tesis urgentes sobre el nuevo extractivismo. Contextos y demandas bajo el progresismo sudamericano actual. //r. **Extractivismo, política y sociedad**, CAAP y CLAES, Quito, 2009. p. 187-225.

GUDYNAS, E. **Transições Pós-Estratistas: superando o desenvolvimento e a exploração da natureza**. Rio de Janeiro: Edlbase, Claes, Ford Foundation, 2012.

GUDYNAS, E. Estado compensador e novos extrativismos. As ambivalências do progressismo sul-americano. //r. **Nueva Sociedad**, 237, p. 57-75, 2013.

GUDYNAS, E. **Extractivismos. Ecología, economía y política de un modo de entender el desarrollo y la Naturaleza**. Montevideo: Coscoroba, 2014. p. 7-30.

HARVEY, D. **O novo imperialismo**. Tradução de Adail Sobral e Maria Stela Gonçalves. 7. ed. São Paulo: Edições Loyola, 2013.

LINDNER J. **Jornal Estadão Caderno de Sustentabilidade**. Disponível em: <https://sustentabilidade.estadao.com.br/noticias/geral,bolsonaro-o-interesse-na-amazonia-nao-e-no-indio-e-nem-na-arvore-e-no-minerio,70003032700>. Acesso em: 2 outubro 2019.

MAGNO, L. **Espacialidade e identidade política dos atingidos por mineração no Brasil: teorias, escalas e estratégias**. Tese (Doutorado em Geografia), UFSC, Florianópolis-SC, 2017

MALERBA, J. Para quê um novo código mineral? //r. MALERBA, J. (org.). MILANEZ, B.; WANDERLEY, L J. **Novo marco legal da mineração no Brasil: para quê? Para quem?** Federação de órgãos para Assistência Social e Educacional – FASE. Núcleo Justiça Ambiental e Direitos. 1. ed. Rio de Janeiro: Fundação Ford, Fundação Heinrich Boll, 2012.

MELLO, C. A. B. **Curso de Direito Administrativo**. 26. ed. São Paulo: Malheiros, 2009.

MILANEZ, B.; SANTOS, R. S. P. Neoxativismo no Brasil? Uma análise da proposta do novo marco legal da mineração. **Pós Ciências Sociais**, v. 10, n. 19, 2013.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - MME. (2009). **Apresentação do novo marco regulatório da mineração**. Disponível em: <http://www.ibram.org.br/sites/700/784/00002040.pdf>. Acessado em: 18/07/2018.

MOURA A. H.; OLIVEIRA, M. L. R.; BITTENCOURT, N. L. Notas e Resenhas: Uma análise das estratégias de formação da rede de atores sociais contra empreendimentos minerários na zona da mata mineira. **Geografia**, v. 40, n. 2, p. 321-331, 2015.

NICOLAI-HERNÁNDEZ, V. A.; CARVALHO, L. M. **Controvérsias e Conflitos Socioambientais**: possibilidades e limites para o trabalho docente. 2016 Disponível em: <http://nonio.eses.pt/interaccoes/artigos/D6.pdf>. Acesso em: 18 julho 2012.

OLIVEIRA, F. R. C. **Religião e mobilização social na arquidiocese de Mariana/MG**. 2005. 174 f. Dissertação (Mestrado em Extensão Rural) - Departamento de Economia Rural, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2005.

OLIVEIRA, M. L. R.; SOUSA, D. N. Experiência de assessoria junto às comunidades atingidas pelo mineroduto da Ferrous na Zona da Mata mineira. **Extensio: Revista Eletronica de Extensão**, v. 12, n. 19, p. 61-69, 2015.

ROTHMAN, F. D. Conflitos socioambientais, licenciamento de barragens e resistência. In: ROTHMAN, F. D. Ed. **Vidas alagadas. Conflitos socioambientais, licenciamento e barragens**. Viçosa: Editora UFV, 2008.

SCOTTO, G. Estados Nacionais, Conflitos Ambientais e Mineração na América Latina. Letras Verdes. **Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales**, n. 14, p. 95-116, 2013.

SILVA, T. A. A. A dinâmica dos conflitos ambientais na zona da mata de Pernambuco: os assentados como vítimas e causadores de danos ambientais. **Revista de Ciência, Tecnologia e Humanidades do IFPE**, v. 1, n. 1, p. 92-105, 2009.

ZHOURI, A.; ROTHMAN, F. D. Assessoria aos atingidos por barragens em Minas Gerais: desafios, limites e potencial. *In*: ROTHMAN, F. D. (org.). **Vidas alagadas: conflitos ambientais, licenciamento e barragens**. Viçosa: UFV, 2008.

## INEQUALITY AND LOSS OF PLANT RESOURCES AND TRADITIONAL KNOWLEDGE

Ana Lucia Cadena-Gonzalez

### Introdução

Loss of traditional knowledge as result from depletion of natural resources and modernization has been studied through the last decades (CADENA *et al.*, 2013; BRANDT, 2014; SOELBERG *et al.*, 2014). Furthermore, it has been demonstrated a relation between inequality and depletion of natural resources (WORLD BANK, 2016; CETIN *et al.*, 2019). Studies and methodologies to analyse the problem of inequality and its impacts have been developed (KUMAR, 2019), plans to mitigate poverty and negative effects on plant resources, fauna, water, and soil are carried out in diverse places. Nonetheless, these problems continue advancing, and the sum of their impacts is exorbitant nowadays (WORLD BANK, 2016). To exemplify, extensive monocultures that transform forests and healthy soils into exhausted and degraded terrains are established since decades not only to produce crops but also to enrich companies and some few families. Biodiversity found in forests and in old traditional agricultural systems as agroforestry systems, which are thought to produce food and to conserve trees and biodiversity (FISCHER *et al.*, 2006; JOSE, 2012), are no longer attractive. Furthermore, trends of consumerism and commodity are driving societies to overuse of natural resources, traditional practices on small plots for example, are considered underdeveloped and poor. Some extensionists, agroindustry and large farmers are not satisfied and need always extensive terrains to establish their projects.

At the present, the international food market is dominated by few products as palm oil, maize, soya and pine trees, which are established on areas previously occupied by forests (HOSONUMA *et al.*, 2012), furthermore construction of roads and mines contribute to this devastation. Thus, plant and animal species disappeared together with their habitats on these areas. Oil and tourism industries can establish their exploitations and complexes, in contrast, conservation and research are not attractive and nor eligible to receive support and to develop projects (Personal experience). Parallel to this scenario, traditional and agroecological knowledge are likewise affected. Life and culture from indigenous communities have been undervalued to the point that their homes, the forests, and their existence have been destroyed through the history. Consequently, indigenous knowledge and experience based on original sustainable practices are worldwide eroded and already disappeared in many places (MORIN *et al.*, 2018; WECKMÜLLER *et al.*, 2019). Furthermore, other communities in the list of unsupported human groups are also affected from this mode of inequality, overuse and abuse of

resources and power, in few words, are affected from green crimes (CETIN *et al.*, 2019; CARPIO *et al.*, 2020). These groups are namely subsistence farmers, abandoned and deprived women and children from rural areas.

Some among modern societies nowadays, still do not understand that devastation of natural resources alters natural cycles and affects the planet. It is difficult for these societies clearly understand the dimensions of the problem because they are not facing yet the consequences. These modern societies, especially in the West, do not have a clear picture of the situation that poor communities are suffering because of climate change. These communities in developing countries are usually established on rural areas and depend directly on natural resources. Therefore, they are the first affected human groups because of global warming. Thus, it is urgent to turn back our thinking on the original state of nature, and to initiate consciously actions to recover knowledge and bring the existent nature to the most possible equilibrium. That means, to change ideas, purposes, behaviour and lifestyle related to overuse of resources and contamination. This involves a changing to a rational and true sustainable way of living. This must be starting from home and to be replicated in the society. Huge plans of markets, that benefit only few industries and some families, which simultaneously require extensive areas of land and resources to implement Agriculture, tourism and other extensionist projects, need to be reformulated and transformed in plans that economically could offer opportunities to large communities and bring them to a decent life, and similarly do not affect natural resources.

High gross domestic products (GDPs) and Ginni values will not bring world to a better life when natural resources and traditional knowledge would had been already disappeared. Global market needs a change that must be reflected in better opportunities for the called South nations and disadvantaged communities. This change must be focused on equality and respect, which includes equality in education, access to health services and information, and respect to humans, plants and animals' lives. This change must be focused on recovering equilibrium and finding satisfaction and pleasure on what it is rationally necessary to live and not on living with excess and overused of resources without limits. It should be just a change of the way of how we do fill ourselves. This implies to consider finding satisfaction on feelings of inspiration and releasing, better than finding satisfaction on material things. To conclude it should be a change of feeling and doing things in the name of the respect, equilibrium, and equality.

The present chapter aims to discuss on the state and importance that traditional knowledge and medicinal plants resources still have in Latin America. The first part of the chapter is dedicated to reflecting upon the losses of plant resources and loss of opportunities to preserve invaluable natural goods in diverse regions. Therefore, statistics on abundance and diversity of plant resources and the losses occurred in the last years are introduced.

In the second part of the chapter, it is discussed the relation of loss of plant resources and traditional knowledge, especially in rural areas. A case study carried out on the Andes range in Colombia together with additional experiences from other local schools, are used as example to help to build a picture of the trends and local situation.

The last part of the chapter suggests alternatives for conserving natural resources from the perspective of changing the way of doing things. Sources of information are suggested as well as approaches that can be integrated in scholar plans for adults and young generations. To conclude, final considerations are closing the chapter.

## Abundance and diversity of plant resources and losses

Richness of biodiversity of forests is well known as well as its dramatical decline due to anthropogenic activities. Many plant species is affected worldwide. Multiuse plant species including irreplaceable medicinal species disappeared already (KHOKHAR *et al.*, 2016; CETIN *et al.*, 2019). The updated statistics of the International Union for Conservation of Nature, IUCN (version 2021-1) report that 20,360 plant species are threatened until today. We are aware of that the total number of species reported and followed by IUCN, even though their efforts, do not correspond to the total of the species threatened worldwide. Nevertheless, we rely on its information, that correspond to reports which are actualized minimum three times yearly. Furthermore, this information helps us to have a picture of the state of threatened species.

Even though actions to tackle deforestation, the number of devastated areas increases and likewise the number of species. According to Global Forest Watch (GFW.org) the world lost in 2020, 25.8 Mha of tree cover. This means that implementation of conservation plans and strategies against forests destruction is still ineffective, while implementation of projects for establishment of mines, construction of routes, touristic centres and cultivation of dominant market products among other industrial activities, continue leading the global interests. Even though international agreements were reached with the aim of reducing deforestation and to promote restoration of degraded forest land, as they are, New York declaration signed in 2014, Paris Agreement on Climate Change 2015 and the New York Declaration on Forests 2018, the rate of forests loss continues scaling. The rate reached 26m hectares (64m acres) a year as result of the increment of deforestation between 2014 and 2018, that has been particularly more intense in Latin America and Africa (Fiona Harvey Environment correspondent, The Guardian, retrieved 15.09.2019).

From another side, the Bonn Challenge, an instrument launched by Germany and the IUCN in 2011, adopted at international level to tackle deforestation and with the aim to realize other previously international commitments as, Aichi target-15, REDD+goal and Rio+20 Land degradation neutrality goal, is contributing with implementation of reforestation activities (Bonn Challenge Org). Nevertheless, it is remaining bigger efforts to reach to a neutral deforestation. Nations need a transparent and rational commitment to save forests and to search for alternatives to their economy goods originated from forests. Similarly, consumers of forests products should find new alternatives to full fill their necessities. According to FAO` statistics, large economy nations (LEN), as United States, China, Japan, United Kingdom and Germany, among others, are the biggest consumers of forests products ([www.fao.org/forestry/statistics](http://www.fao.org/forestry/statistics), retrieved 26.04. 2021). This means that markets of forests products should be better controlled and limited among LEN, where the consumers should be better informed and not to be misled at local level.

### Case of Latin America and the Caribbean

Latin America and the Caribbean houses a large number of living organisms in the planet. The tropical forests located in this region host one of the major numbers of endemic and diverse plant species. Studies of accuracy of the numbers of existent flora in the tropics carried out by Raven *et al.* (2020), showed that in Mexico Southward are

56,453 vascular plant species recorded with about 170 species that are added each year, this numbers are compared with a total rounded of 118,308 species recorded in Latin America with about 750 species that are added annually. The habitat of these species is distributed among the area of the forest in the Amazon Basin with an area of 5,500,000 Km<sup>2</sup>, the Chocó-Darien moist forest - Biogeographic Chocó- along the Pacific cost of Panamá, Colombia, and Ecuador, which corresponds currently to about 73,556 Km<sup>2</sup>. Additionally is the remaining Mata Atlántica of Brazil with 105,000 Km<sup>2</sup> (7 % of the originally 1,500,000 Km<sup>2</sup>) and host 8.000 endemic plant species that corresponds to a high percentage of endemism in the world (TABARELLI *et al.*, 2005). Furthermore are the forests richness and highland vegetation of the Andes range (RAVEN *et al.*, 2020).

Unfortunately, these numbers of species could be transformed into small numbers according to the accelerated rate of deforestation. The Amazon forest for example, was the habitat to approximately 1,100 tree species per 62 acres until 2000 (WRIGHT *et al.*, 2001) but due to catastrophic fires as of August 29, 2019, it is estimated that over 906 thousand hectares (2.24×10<sup>6</sup> acres; 9,060 km<sup>2</sup>; 3,500 sq mi) of Amazon forest were lost in 2019. That reached to a new record of devastated areas. (<http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal-static/situacao-atual>, retrieved 05.10.2019).

Cuba the island with the greatest plant diversity in the Caribbean, lost 349 ha of tree cover between 2001 to 2018 ([www.globalforestwatch.org](http://www.globalforestwatch.org), retrieved 04.10.2019), this represents a potential threat to the 50 % of endemic plants species of the country. The dry forest in northern Peru at the Tumbesian region hosted in a 3,4 M ha many endemic species which lost their habitat to the 37 % (MINAM, 2011, CERRÓN *et al.*, 2019). Among these lists of losses are included multiuse plant species with medicinal applications, which means that the world continue losing an invaluable and potential heritage.

To illustrate on the status of plant species in Latin America, statistics from the IUCN for threatened plant species in Latin America and the Caribbean are summarized in Tables 1, 2, and Figure 1. The last updated of the data was completed by the period of february and march 2021.

As it was previously mentioned, the state of plant species presented by IUCN could differ with particular conditions in some cases. But not due to lack of efforts for accuracy of the data. Local socio-ecological dynamics and limitations to access to diverse localities, prevent the study and documentation of the species. Nonetheless persistent efforts are made to identify current treats, geographic range and population size, among other factors that are followed to determine the category of treatment of the plant species. This way, a number of treats are identified for the IUCN, among the highest are: Agriculture and aquaculture; Biological resource use; Natural systems modifications; Residential and commercial development; Invasive and other problematic species and diseases; Energy production and mining; and climate change (ANTONELLI *et al.*, 2020). Based on this identification of treats, assesments and strategies are designed with the aim to be implemented at local level in order to protect the threatened plants species.

**Table 1.** Number of threatened plant species in Latin America and the Caribbean according to IUCN Red List Version 2021-1. Ex: Extinct, EW: Extinct in the Wild, CR: Critically Endangered, EN: Endangered, VU: Vulnerable, LR/cd: Lower Risk conservation dependent; NT: Near Threatened (includes LR/nt – Lower Risk/near threatened), LR/cd: Lower Risk/Conservation dependent, LC: Least Concern (Includes LR/lc-Lower Risk, least concern), DD: Data Deficient, Total Evaluated (Evl.).

Region	EX	EW	CR	EN	VU	LR/cd	NT or LR/nt	LC or LR/lc	DD	Total Evl.
<b>Central America<sup>1</sup></b>	3	3	313	942	766	10	338	9114	295	11784
<b>Caribbean<sup>2</sup></b>	11	1	189	222	330	0	117	2419	63	3352
<b>South America<sup>3</sup></b>	10	16	767	1816	2103	31	767	16036	1187	22733

The five top countries with major number of threatened plant species in each region were selected as follow: <sup>1</sup>México, Guatemala, Costa Rica, Panamá, Honduras. <sup>2</sup>Cuba, Jamaica, Haití, Trinidad and Tobago, Dominican Republic. <sup>3</sup>Ecuador, Brazil, Colombia, Perú, Venezuela Bolivarian Republic.

The numbers presented in Table 1 correspond to the summ of the numbers registrated in the five top countries with major numbers of extinted and threatened plant species in Latin America. As it can be observed, countries with large registrated biodiversity have similarly large number of threatened species, as it is the case of Mexico in Central America and Brazil, Colombia and Perú in South America. With the exception of Ecuador and Venezuela, which are not comparable large countries with huge biodiversity but where difficult local socioeconomical conditions represent a strong limitation to plant conservation and research.

The high numbers of depleted plant species in South America could correspond to the high number of plant species already registrated in the region. Taking in account, that facilities to access to information and international platforms had facillitated the work of a number of Latin American research who currently work on plant documentation (RAVEN *et al.*, 2020). From another side, it is not unexpected that these numbers are equivalent to the results of deforestation and lack of effective conservation` plans within the region. The 20 % of the Amazons is until today devastated. It is predicted that the climate conditions of South America will reach to similar conditions of East Africa, which lies at the same latitude and it corresponds to dried Savanna. This will affect the climate of the whole continent (ANTONELLI *et al.*, 2020).

Throught the recent electronic access to information facilitated to some researchers in diverse Latin American countries in the last years. It has been possible to identify rates of losses of biodiversity. This way, it has been identified in the region, high numbers of endangered plants species compared with other continents. It is still remain investments in research, in order to support conservation plants `projects. At local level investments and efforts are still poor and limited. Which it is still leating many places in disadvantage. This attitude of lack of interest must be urgently changed in order to contribute to plants search and conservation at higher levels, not only at national and regional status but also at international level. It is documented for example by Royal Botanic Gardens in their report (STATE OF THE WORLDS PLANTS AND FUNGI, 2020), that

only 7 % of known plant species has been studied in relation to medicinal uses and applicability worldwide, that means that within the number of the species that continue to disappear, opportunities to find effective medicines are also disappearing. Studies based on registers showed that in the last 250 years the world lost 571 plant species (ANTONELLI *et al.*, 2020).

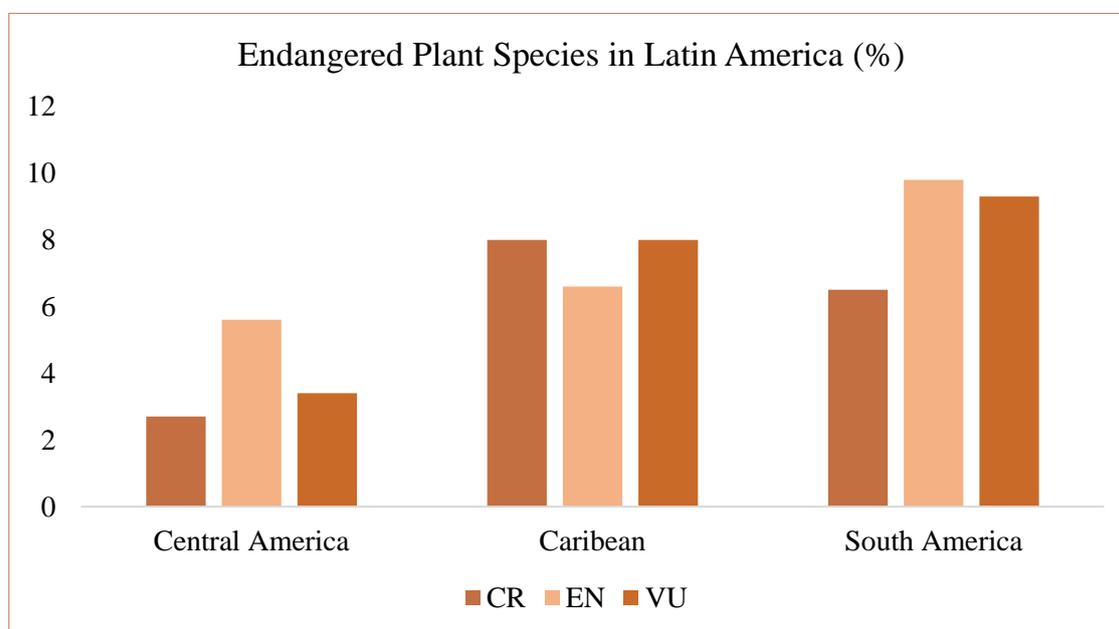
Among the list of extinct species in Latin America are: Sándalo de Juan Fernández a tree originated from Chile and Perú; Palma de Rapa Nui or Palmera de la Isla de Pascua and *Sophora toromiro* both corresponding also to Chile; *Araucaria mirabilis* originated from Patagonia in Argentina; *Laelia gouldiana* originated from the state of Hidalgo in Mexico; *Heteranthera spicata* also originated from Mexico.

For better understanding, the figures below are presented in percentages based on data extracted from Table 1.

**Table 2.** Percentage of endangered plant species in Latin America until February 2021, according to IUCN Version 2021-1.

Region	CR %	EN %	VU %
Central America	2,7	5,6	3,4
Caribbean	8	6,6	8
South America	6.5	9,8	9,3

CR: Critically Endangered, EN: Endangered, VU: Vulnerable.



**Figure 1.** Percentage of endangered plant species in Latin America according to IUCN version 2021-1. CR: Critically Endangered, EN: Endangered, VU: Vulnerable.

Two in five plants are estimated to be threatened with extinction worldwide (ANTONELLI *et al.*, 2020). Four to six thousand forests species disappear each year. If this trend continues forests will disappear within 27 years (National Geographic).

Within these losses are included valuable species that offered benefits to the ecosystem and human communities. It has been demonstrated that most of plant species, if not all, have active principles with effective applicability in humans and animals' health. Difficult diseases are successfully treated with plant products in diverse places of the world. Ecosystems conserve their homeostasis under the presence of plant species, each plant species play an important role in the cycle and exchange of mater and energy and contribute to the maintenance of moisture in soils and in upper ecosystems, among other benefits.

By documenting these numbers and pictures of plants losses, we would like to do a call in here, to do value natural resources not from the economy perspective. It is necessary to value them from other perspectives, respecting them as a source of life. They offer noncalculable benefits including many opportunities to healing, not only by the medicinal properties present in the plants species but also from the forest area itself. Techniches for example, that are developed to reduce stress and to heal as it is the "Forestbath", that has been implemented for decades with success by Japanese therapists could not be developed without forests. We can not continue accepting crimes against Nature. It is not more time to wait to take effective actions. It is already a high risk that the generation of our children will not have the opportunity to see after three decades the Amazons rainforest anymore.

It is compulsory to underline again the fact, that consumers from forests products must be better informed concerning the devastation that drives the consum, especially in the western and large economy nations.

### **Traditional plant use and Traditional Knowledge**

#### *Traditional Plant Use in Latin America*

Natural medicine is a milestone that has inspired the develop of a number of treatments applied via conventional medicine. Phytochemical compounds are the main component of a number of pharmaceutical medicines, furthermore it is still the unique option to treat diverse illnesses in many parts of the world. Latino America is a continent that counts still with diversity of traditional knowledge and medicinal plants, even thought many species are threatened. elements that make of this exotic continent a point of attraction for researchers, conservationists and drug developers (CADENA-GONZÁLEZ *et al.*, 2013; PEREDO *et al.*, 2017)

In remote areas lack of access to medical services promote that local people search for alternatives in plant resources to cure their selves, that increases the possibilities to search and implement traditional knowledge and medicinal plants use.

Through Ethnobotany studies it has been possible to collect and promote traditional knowledge concerning plant use. Thus, documentations completed along the last decades in Latin America, includes information on treatments that are successfully applied to cure diverse diseases. This way, it has been documented experiences and traditional knowledge of healers, amateur healers, farmers, women, children, indigenous and modern communities.

Latinamerican Folk medicine is rich in methods and applications that corresponds to the availability of plant resources and diversity of local traditions.

Catalogs, collections and books that intent summarize this traditional knowledge are available in many places. An example is the Dukes Handbook of Medicinal Plants of Latin America, which includes a large list of medicinal plant species, and their corresponding applications used in diverse places in this region.

In Table 3, it is included information corresponding to diseases of human anatomic systems and a code given to each latinamerican country.

**Table 3.** Latin-American countries and human anatomic systems and health complains threatened with medicinal folk.

Country/or region	Code	Systems/illness/accidents	Codes
México	1	Digestive	Di
Bélice	2	Respiratory	Res
Cuba	3	Circulatory	Cir
Haiti	4	Urinary	Ur
Dominic Republic	5	Reproductive	Rep
Puerto Rico	6	Nervous	Ner
Jamaica	7	Locomotor	Loc
Honduras	8	Integumentary	Teg
Guatemala	9	Inmunne	In
El Salvador	10	Eyes	Vis
Costa Rica	11	Hearing	Od
Nicaragua	12	Integral Body/Espiritual	IS
Panamá	13	Malaria	Ma
Colombia	14	AIDS	HIV
Venezuela	15	Lesmaniasis	Lm
Ecuador	16	Tuberculosis	Tb
Perú	17	Cancer	Ca
Brasil	18	Snakes bites	MoS
Guyanas Francesas	19	Gripe	Gri
Bolivia	20	Febers	Fie
Paraguay	21	Infections	Inf
Uruguay	22		
Argentina	23		
Chile	24		
Amazons	25		
Surinam	26		
Guayana	27		

Table 4. summarizes information about plant species, countries where they are used and the way of application. From this, it is observed that some plants species have the same applicability to treat the same diseases within diverse countries. Which makes the species very attractive to be further investigated with respect to their applications and effectiveness.

For example, *Chinchona officinalis* L. is used for the same purposes in Colombia, Brazil and Bolivia. Similarly occurs with species that belong to *Lippia* genus, which have applicabilities to treat problems related to the digestive, respiratory and nervous systems in localities of nine countries, included six countries in Central America, Colombia, Venezuela and Brazil.

Another example is *Croton lecheri* Mull. Arg., which is used to treat digestive problems and infections in four contries in South America.

It is important to indicate that several of this species are already comercialized abroad, as it is the case of *Chinchonas* and *Crotons* barks, which it is possible to acquire by internet. This must be controlled under stricted regulations, taking in account the prices that cost, deforestation and carbon emissions. Furthermore, as these species are found in the wild in Latin America and not large cultivated, it is relevant to pay attention to their threatened status.

For the case of *Juglans neotropica* Diels, it's uses must be restricted due to this species is already threatened.

**Table 4.** Selected medicinal plant species used in the Latin-American folk based on Dukes Handbook of Medicinal Plants of Latin America.

Species and region of origen	Contries/ region	Treatments
<i>Uncaria tomentosa</i> (Uña de gato, cat's claw, Katzenkralle)	14, 17, 18, 26	Rep, HIV• Res Teg Cir In Ca Rep Loc, Di, Di Teg
<i>Dracontium</i> sp. (Jergón Sacha, jararaca)	1, 13, 16, 17, 20	MoS, MoS, Di MoS, HIV• Di Ca Inf, Teg
<i>Curcuma longa</i> (Turmeric, Cedoaria, Gelbwurzeln)	17	HIV•
<i>Chinchona officinalis</i> * (Quina, Cascarilla)	14-18, 20	Ma In Di Loc Ner
<i>Anacardium occidentale</i> L.* (Marañón, Acajaiba, Acaju, Cashew)	1, 3, 4, 13, 15, 17	Teg Di Lo Cir, Cir Teg, Teg Di Cir Ma, Res Tg Di Cir, Cir Di Teg, Lm Res Teg Rep
<i>Annona muricata</i> L. (Guanábana, Graviola, Stachelannone)	3, 5, 6, 14, 15	Di Ur Rep Ca Teg In
<i>Argemone mexicana</i> Humb., Bonpl. & Kunth <sup>-</sup> (Cardosanto, Abrojo, Mexican prickly poppy, Mexikanisches Windröschen)	1, 3, 4, 15, 20	HIV Lm Ma Tb, In, Lo Teg Di, Ca Ner, Res
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi *(Pimienta de Brazil, Aroeira, Brazilian peppertree)	18, 23	Tb Ner Di Cir Teg Vis, Res, Rep, Ur, Teg, Di

## Continuação

<i>Bidens pilosa</i> L. (Amapola silvestre, Amor seco, Acahual blanco, Bur Marigold)	1, 4, 5, 14, 17, 18	Cir Di MoS, Res Ner, Teg Res, Di Ur, Teg, Teg Ma
<i>Acanthospermum australe</i> (Loefl.) Kuntze (Paraguay Starbur, Amor de negro, Tapecue)	14, 18, 21	Ca, Di Ma, Loc In Ur
<i>Acnistus arborescens</i> (L.) Schtdl. (Wild Tobacco, Quiebraollas, Fruta de Sabiá, Fruto Gallino)	5, 11, 17, 23	Gri Fie, Res Teg, Teg In Loc, Di Teg
<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. F. ex K. Schum (Capirona, Palo blanco, Pau Mulato)	16, 17, 18, 20, 21, 25	Ner, In Teg Vis Cir Ma, Teg, In Teg Rep Cir, Cir, Teg In Di Cir
<i>Banisteriopsis caapi</i> (Spruce ex Griseb.) C.V. Morton (Amarron Huasca, Ayahuasca, Caapi, Soul Vine)	14, 15, 16, 17, 18, 20	IS
<i>Lippia</i> sp./diversas especies ex. <i>alba/citriodora/micromera</i> ** (Pronto alivio/Florota/"ti di Té")	2, 3, 4, 5, 6, 7, 14, 15, 18	Di Res In Ner
<p>Origen</p> <p>Orange: Asian</p> <p>Bold: Latinoamerican</p> <p>Bold *: South American</p> <p>Bold **: North South America</p> <p>Italics: Mediterranean</p> <p>Bold - : Mexico</p> <p>Green: Amazonian Forests</p> <p>Blue: Amazons region, Surinam, Guayana, Panama and Puerto Rico</p> <p>Lila: Amazons area, Venezuela, Pacific Cost of Colombia and Ecuador</p> <p>Bold ***: Threatened species/IUCN</p>		<p>Each line represents a color corresponding to a country and to corresponding treatments</p> <p>Colors are not differenced when the applications are similar to diverse countries</p>

**Loss of traditional knowledge TK**

Loss of traditional knowledge is reported in diverse studies, where small scale communities are integrated into large societies. Schooling, agriculture, and modernization are the strongest factors that are promoting this loss of knowledge (WECKMÜLLER *et al.*, 2019)

A few reasons originated in inequality and violation to human rights, have deprived indigenous communities. This way, indigenous communities in several places have lost access to forests, which use to be their homes. Therefore, under this pressure, indigenous communities and subsistence farmers are obligate to move to cities. This has negatively affected traditional knowledge on plant resources in the last decades

### **Cases of erosion of traditional knowledge in Colombia as example**

Trends of modernity including adaptation to foreners cultures, new educational estrategies and consumerist gain place among societies. Therefore young generations lack of interest for conserving traditions, they do not find motivation. From another side, young inhabitant in the countryside, lack of opportunities to access to schools and to high education, and consequently to descent jobs. This problematic causes difficulties of identification with the own place of origen. That is still comparable with global trends (VANDEBROEK, BALICK, 2012; WECKMÜLLER *et al.*, 2019). This way, traditional knowledge is eroded through generations and prevent youg people from taking part of conservation projects as for example projects on environmental education.

It has been observed during the last fifteen years, that rural comunities in diverse places in Colombia lost interest in conserving traditional knowledge. According to personal experience during field research field-works carried out between 2009 and 2019 in the localities of the Municipalities of Campo Hermoso and Zetaquira in Boyacá Province and in La Vega Municipality in Cundinamarca Province, located all on the Andean colombian range. MORE than 50 % of the students that attent primary and secondary basic education schools, have not much interest on improving traditional knowledge on local floristic resources. With particular exceptions for the cases of children from healers, amateur healers or women with interest on medicinal plants.

To date, 27.04.2021, from personal comunicacion with local contacts in Campo Hermoso, it was reported that the interest on traditional knowledge is remarkable eroded. Which means that the little knowledge that was identified in 2009 among students within this locality is almost desapeared. A student that participated in the research ten years ago, reports that the tradition is lost and that those who still know about plants are very few in Campo Hermoso.

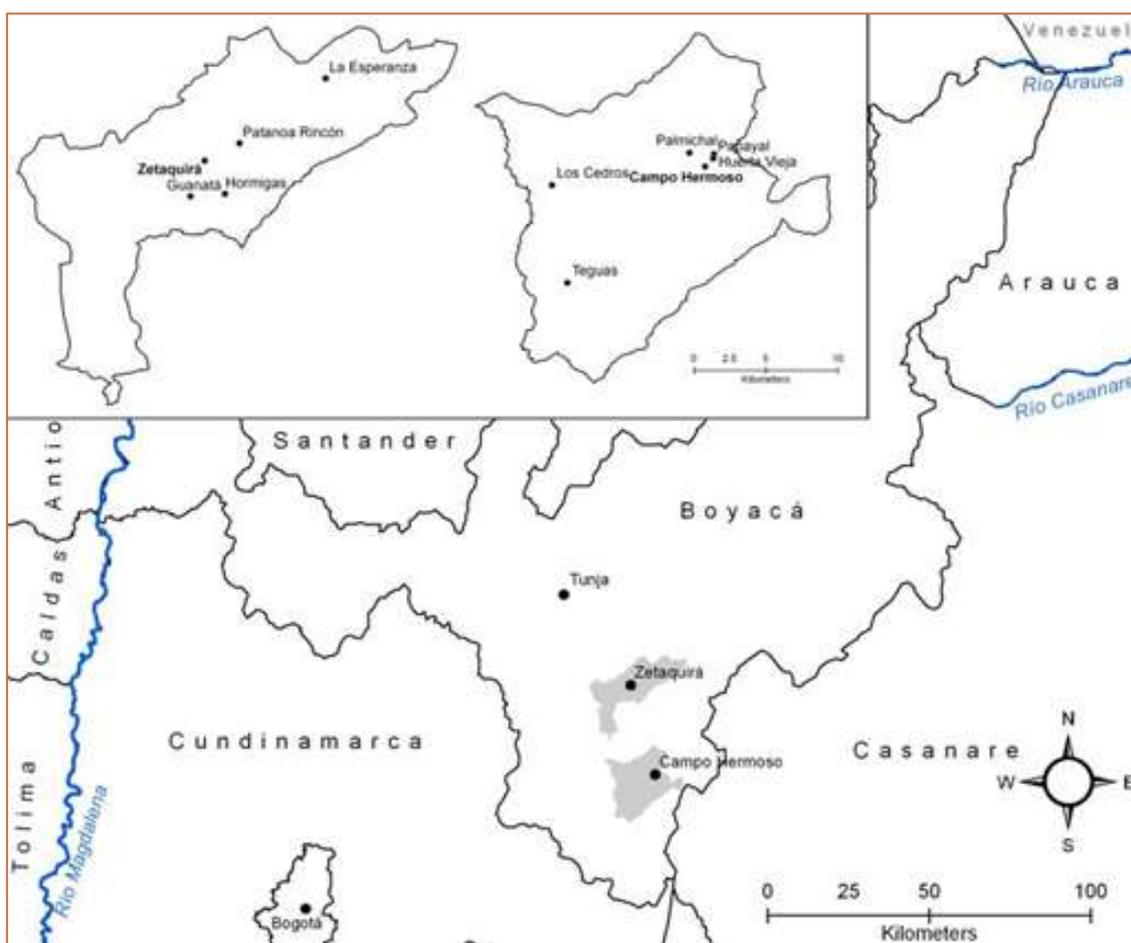
From personal communications with three colombian teachers with experience in rural and urban areas in other municipalities including Bogotá, it was similarly reported, that students in general do not know about plants. Nonetheless, children who live in the countryside and who`s parents are farmers affort to have some knowledge and interest, as the case of students in the municipality of Chipaque, Cundinamarca.

The experiences reported from the teachers concerning the traditional knowledge of their students in the cities of Bogotá and Medellín, were similar to the previously registered, students, do not know much about medicinal plants. Their knowledge corresponds to very few introduced species as *Melissa officinalis*, *Mentha piperita* and *Aloe vera* for example.

These results are comparable with the trends in other South American countries as of Chile and Ecuador (PEREDO *et al.*, 2017; ROSILLO-SOLANO *et al.*, 2021).

## A case study in Zetaquirá and Campo Municipalities in Boyacá-Colombia at a glance

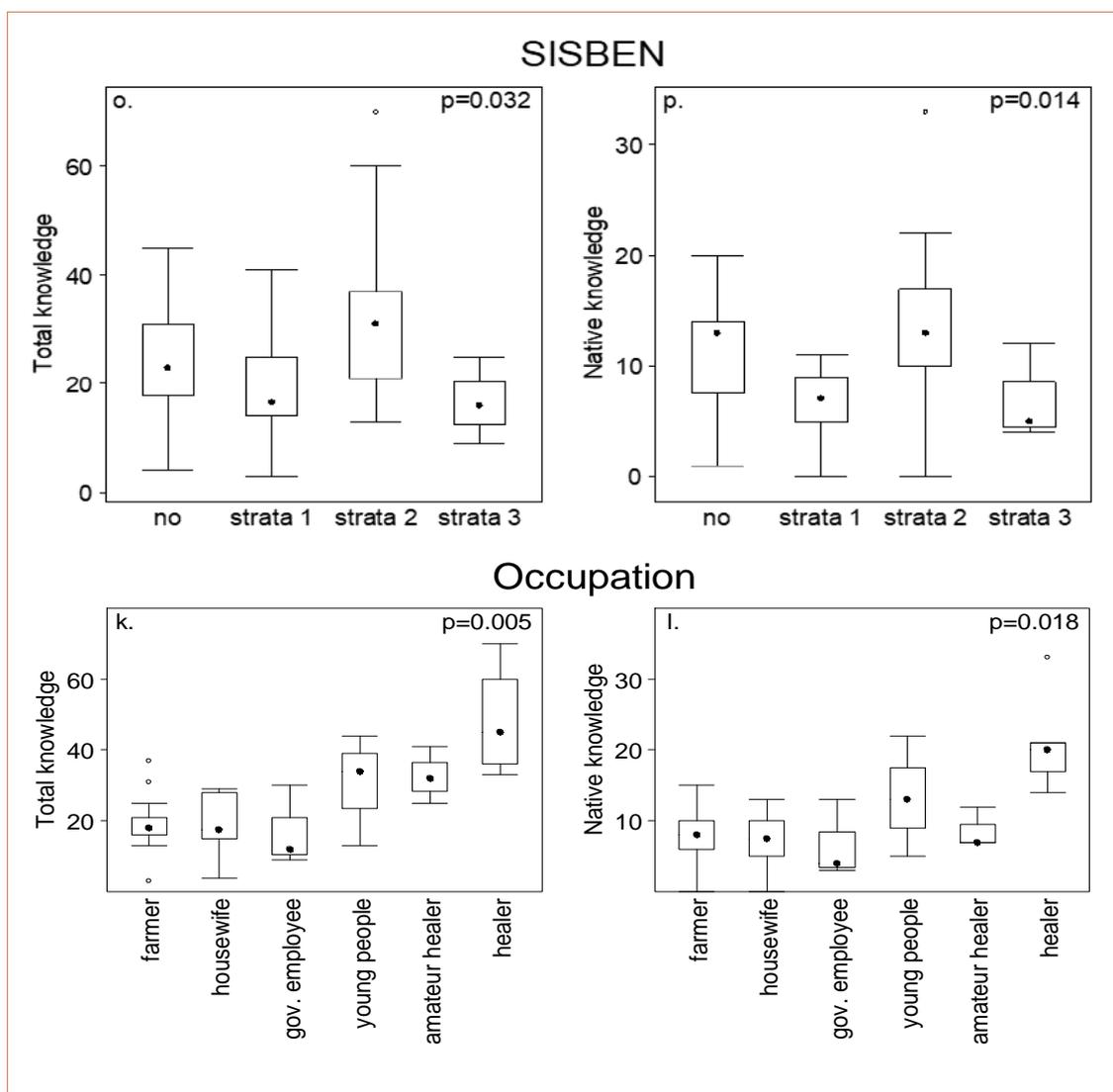
A four months field-work was carried out in the municipalities of Zetaquirá and Campo Hermoso as mentioned above between October 2008- February 2009. The aim of the study was to identify local factors that determine traditional knowledge within the studied localities and to document local traditional plant use. Therefore, the results obtained from the study, were divided in a Ethnobotanical documentation, which was published in 2013 (CADENA-GONZÁLEZ *et al.*, 2013), and a second part corresponding to statistical analysis of the local factors that influence the mentioned traditional knowledge.



**Figure 2.** Location of the municipalities of Zetaquirá and Campo Hermoso on the central-east Andes of Colombia. 4 places/villages were studied in each municipality: Zetaquirá - *Centro Urbano, Centro Rural, Small Villages, La Esperanza*, Campo Hermoso - *Centro Urbano, Centro Rural, Small Villages, Teguas*.

41 adults, including farmers, housewives, elders, healers, amateur healers and a group of young people with interest on medicinal plants answered to semi-structured and structured interviews. 25 informants correspond to Zetaquirá and 16 to Campo Hermoso. Additionally a questionnaire was applied to students from local schools, including primary and secondary schools. Data from 195 students from Zetaquirá and 177 from Campo Hermoso were analysed.

The knowledge described by adults groups concerning introduced and native species is related to 1) The personal status at the stratification of the subsidiary health service (SISBEN) and 2) the occupation. Among the students, it was found that the place of residence and the scholarization level were the most significant factors that influence acquisition of knowledge on medicinal plants (Figure 3).



**Figure 3.** Distribution of knowledge on medicinal plants of adults from Zetaquirá and Campo Hermoso municipalities in relation to various social factors. Knowledge was assessed by counting plant-disease-use combinations mentioned by the people in semi-structured interviews. Left panels show the total knowledge, i.e. native and introduced plant species together, while right panels show knowledge of native plant species only. P-values (topright on the panels) indicate the statistical significance of differences among groups (factor levels).

Students described 51 medicinal plants species, while adults described 80 species. From the described list, 78 species were identified, of which 43 are introduced and 35 natives. The total of the reported species are distributed in 41 taxonomic families. The most popular families were: Asteraceae, Lamiaceae, Apiaceae, Rutaceae and Verbenaceae.

In Zetaquira, the introduced species obtained a significant value major than the native species according to Index Use Value (IUV). In the case of Campo Hermoso both groups, natives and introduce, obtained a similar value of popularity. The most popular use regarding plants part used during applications were leafes, which usually are prepared by decoction or infusion.

The informants in Campo Hermoso municipality described a major knowledge about medicinal plants than the described by informants in Zetaquira. Nonetheless, the difference was not significant between the two places. In both municipalities, students and adults described a major knowledge on introduced plants species. The distribution of traditional knowledge that was found and analized correspond to a number of local social and ecological factors. Among the analyzed factors are: As aboved mentioned, Adults: Beneficiary from SISBEN, Ocupation. Furthermore both groups: Adults and Students, answered to questions on: place of residence, time to reach the health center, place of birth and origen of traditional knowledge.

In general, results showed that the interviewees that live in urban areas hold less traditional knowledge than those, whom live in rural areas in several cases, but not as a general rul. Likewise occupations and age influence the interest for traditional knowledge, this way, only few people whom are related to healers or are healers itself hold high knowledge on traditional plants species.

The results of the statistical analyses helped to understand more in detail the distribution of knowledge among the groups. The main figures and significant results are organized as follow:

TK: Total Knowledge on plant species, NK: Knowledge on native species

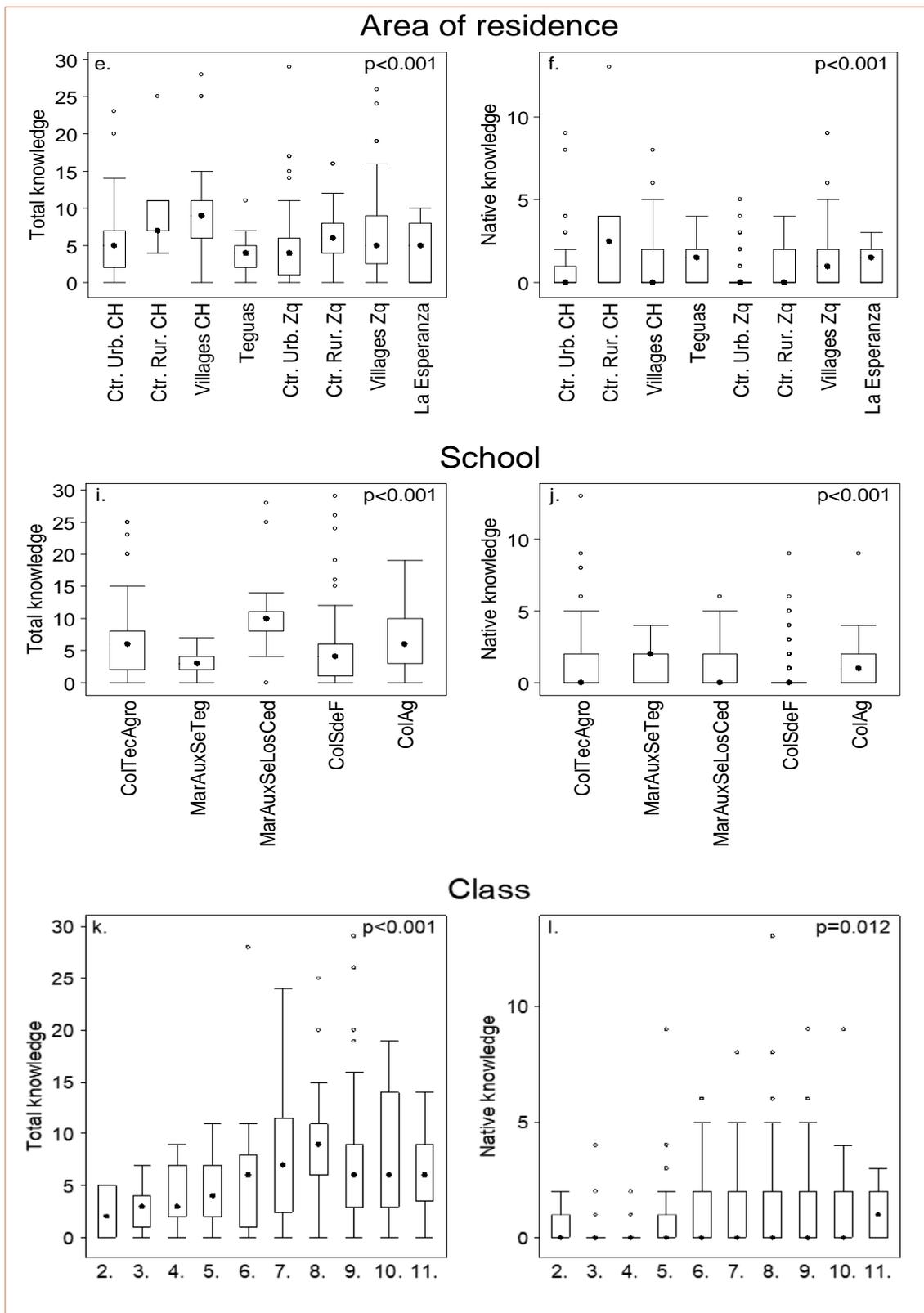
SISBEN: National Systems of Subsidiary and Health facilities (includes 3 Strata and not subsidiaries).

Students that answered to questionnaires are up 2 primary school class to 11 secondary school class.

People in SISBEN strata 2 knew more than those who did not use health service (which were the baseline category), whereas strata 1 and strata 3 tended to know less, although without statistical significance. For occupation, amateur healers and healers held significantly more knowledge than farmers (baseline), while the other groups did not show significant differences.

In the GLM of Native Knowledge, occupation was the only significant factor. Healers were the only group that knew significantly more than the baseline, i.e. farmers. Housewives and government employees had lower knowledge than the farmers, but the differences were not significant. The young people interested in traditional plant use were in between and close to statistical significance ( $p = 0.077$ ).

Specifically, significant differences of total knowledge on medicinal plants (TK) between local factors occured among "area of residence", "school", "class" and "visited a healer. The areas of residence with high TK (median) in descending order were "Villages of Campo Hermoso", "Centro Rural Campo Hermoso" and "Centro Rural Zetaquira". Generally, knowledge tended to be highest in areas at intermediate distance from the center of the municipality, while both central and remote areas showed rather low levels of TK (Figure 4 e-f).



**Figure 4.** Distribution of knowledge on medicinal plants of students from Zetaquirá and Campo Hermoso municipalities in relation to various social factors. Knowledge was assessed by summing up plant-disease and plant-use combinations mentioned by the students in questionnaires. Left panels show the total knowledge, i.e. native and introduced plant species together, while right panels show knowledge of native plant species only. P-values (topright on the panels) indicate the statistical significance of differences among groups (factor levels).

The two secondary schools in Campo Hermoso and Zetaquirá had the highest TK "Maria Auxiliadora Secundaria Sede Los Cedros" and "Colegio Técnico Agrícola" in Zetaquirá, whereas "Maria Auxiliadora Sede Teguas" had the lowest level of knowledge. Knowledge increased significantly with the number of class up to the 6th grade, approximately, after which the median knowledge score of students was around 6 until the 11th grade. However, the 8th grade showed a surprising peak of median knowledge score of 9 (Figure 4 k-l). Concerning knowledge on native medicinal plants (NK), the pattern was similar, but with some interesting differences. Again, there were significant differences between areas of residence, schools and classes. Students who lived in "Centro Rural Campo Hermoso" (median at 3) and in Teguas village (median at 2) were able to describe the highest NK. In contrast to TK, the group of students who belong to "Colegio Maria Auxiliadora Secundaria Teguas" reported more knowledge on native medicinal plants than other schools (median at 3).

In relation to differences between classes, students who belong to class 11 described the highest NK even it was not representatively large (median at 3). Students that had to travel long (> 30 min.) to use conventional health care knew somewhat more about native plants than those living in the vicinity, but knowledge did not increase further with students that had to travel more than an hour.

Differences between the NK described by students whose parents talk frequently on medicinal plants at home and the group of students whose grandparents do so, were observed with exceptional cases of high scores between 7 and 12 in the former group. The group where both generations talked on medicinal plants was intermediate.

### **Alternatives for conservation a change of doing things**

It is an urgent need of effective and adequate local plans for education on conservation and environmental education. Local plans on recovery and conservation of TK and TEK. To empower local schools to improve teaching methodologies and to motivate and attract the interest of students on the themes of plant knowledge, traditional knowledge, and conservation of natural resources. To explore more into traditional techniques to plant protection and to combine with new ideas and methods. Parallel, it is necessary to design educational programs on plant conservation to develop with farmers, extensionists and investors. This can facilitate that the message and understanding on why it is important to preserve plant species reach all members of the community. Some educational institutions and few other organizations are actively working on the issue. Nevertheless, it is still needed support and attention to improve teaching and to develop effective conservational programs. In few words these programs and projects must be included in and adapted to the communities in form of Environmental Education. Alternatively an option to protect species, improve soil qualities, attract small animal species and to continue having some access to food, is the implementation of agroforestry. (BERNAL *et al.*, 2011).

Until today there are compendia and collections on flora and traditional plants at national levels that usually are unknown by students and local communities. In many cases, most of the collected knowledge is deposited in international libraries and research institutions.

Barriers that impeded access to results of research on traditional knowledge must be eradicated, in order to allow local communities including students to acquire the information and to develop a level of appropriation of this knowledge in order to enrich values of conservation and respect to natural resources.

We suggest that scholar plans include the study of local plant species, these plans must be focused on promoting values of respect and sustainable use of natural resources. therefore students can combine traditional knowledge from home and knowledge acquire at the school. The study plan should offer the opportunity to students to explore knowledge as much as possible about diverse plant species found in the locality where their families are established. According to this, the students will improve knowledge by listening to older relatives and other knowledgeable people. This would be an opportunity for transferring knowledge and values related to respect and care for nature. It is relevant to help and support new generations to deeply understand the meaning of these values. Thereoff they will not fall in the future into mistakes and devastating actions against their home and themselves, in other words they will, in their adult age, not be involved in projects against nature and the planet, in short these children will not take part of green crimes (CARPIO *et al.*, 2020). Study plans must include clear information about the differences between development and devastating enrichment, it should be understood that commodities make not happy people but slaves.

### **Final considerations**

It is necessary to remark that uncontrolled use of resources, misuse of power and lack of opportunities for poor communities, gained until today a large terrain. This way indigenous people, subsistence farmers and their young generations have been privated from accessing to knowledge because they are considered by modern societies and or modern groups as unpowered and with less meaningful culture. This irrationality has drove to the extermination of large number of indigenous peoples and consequently their traditional knowledge and plant species, which were reservoir of potential sources of food and medicine. Statistics, campaigns, protests among other manifestations are trying to stop this wave of devastation, we hope this action will finally success so that new generations can still counting with tropical forests, a healthy piece of nature and contact to traditional knowledge.

### **References**

ANTONELLI, A. *et al.* State of the Worlds' Plants and Fungi 2020. **Royal Botanic Gardens KEW**. 2020.

BERNAL, H. Y.; GARCIA, M. H.; QUEVEDO, S. F. **Pautas para el conocimiento, conservación y uso sostenible de las plantas medicinales nativas en Colombia: Estrategia nacional para la conservación de plantas**. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Editores Henry Yesid Bernal, Hernando García Martínez y Germán Felipe Quevedo Sánchez. 2011.

BRITO, P. F.; GOMIDE, M.; CÂMARA, V. M. Agrotóxicos e saúde: realidade e desafios para mudança de práticas na agricultura. **Physis**, v. 19, n. 1, p. 207-225, 2009.

CADENA-GONZALEZ, A. L. *et al.* Use and valuation of native and introduced medicinal plant species in Campo Hermoso and Zetaquira, Boyacá, Colombia. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 9, n. 23, 2013.

CARPIO DOMINGUEZ, *et al.* Green criminology as a fundamental element in professional training of criminologists in Mexico. **Educiencia Journal**, v. 5, n. 1, p. 38-53, 2020.

CERRÓN, J. *et al.* **Fuentes semilleras y especies forestales de los bosques secos tropicales del norte del Perú: estado actual y prioridades futuras**. Documento de Trabajo número 301. Centro Internacional de Investigación Agroforestal, Lima, Perú. 2019.

CETIN, I.; KESER, Y. H. Green Crimes as a Dark Side of Globalization. *In*: CHAKRABARTI, G. C. **The Globalization Conundrum-Dark Clouds behind the Silver Lining. Global Issues and Empirics**. Springer Nature Singapore Pte Ltd. 2019. Chapter 9, p. 159-183.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – **FAO**. Retrieved from: <http://www.fao.org/forestry/statistics/80938@180723/en/>.

GONZALEZ, V. H. *et al.* Forced migration and Indigenous Knowledge of displaced Embera and Uitoto populations in Colombia: An Ethnobotanical Perspective. **Mundo Amazónico**, v. 3, p. 165-177, 2012.

JOSE, S. Agroforestry for conserving and enhancing biodiversity. **Agroforestry Systems**, v. 85, n. 1, p.1-8, 2012.

KUMAR, B. A. Measuring Multidimensional Inequality: A Gini Index. *In*: CHAKRABARTI, G. C. **The Globalization Conundrum-Dark Clouds behind the Silver Lining. Global Issues and Empirics**. Springer Nature Singapore Pte Ltd. 2019. Chapter 5, p. 65-78.

KHOKHAR, T.; TABARY, M. E. **Five forest figures for the international day of forests**. 2016. The World Bank. Retrieved from: <http://blogs.worldbank.org/opendata/five-forestfigures-international-day-forests>.

MENESES, R. *et al.* Aceites esenciales de plantas colombianas inactivan el virus del dengue y el virus de la fiebre amarilla. **Salud UIS** (Universidad Industrial de Santander). Piedecuesta, Santander Colombia, v. 41, p. 236-243, 2009.

MINISTERIO DEL AMBIENTE -MINAM. **El Perú de los bosques**. Lima, Perú. 2011.

MINISTERIO DEL AMBIENTE -MINAM. **Estudio para la identificación de áreas degradadas y propuesta de monitoreo. Dirección General de Ordenamiento Territorial Ambiental**. Lima, Perú. 2011.

- MORIN DE LIMA, A. G. *et al.* Práticas e saberes sobre agrobiodiversidade: a contribuicao de pocos tradicionais. Brasília (DF): IEB (Mil Folhas). **En Mundo Amazónico**, 2018.
- PEREDO S.; BARRERA C. Usos etnobotánicos, estrategias de acción y transmisión cultural de los recursos vegetales en la región del Maule, zona centro sur de Chile, **Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas**, v. 16, n. 4, p. 398-409, 2017.
- TABARELLI, M. *et al.* Challenges and opportunities for biodiversity conservation in the Brazilian Atlantic Forest. **Conservation Biology**, v. 19, p. 695-700, 2005.
- VANDEBROEK, I.; BALICK M. J. Globalization and Loss of Plant Knowledge. Challenging the Paradigm. **PLOS ONE**, v. 7, n. 5, p. e 37643, 2012.
- WECKMÜLLER, H. *et al.* Factors Affecting Traditional Medicinal Plant Knowledge of the Waorani, Ecuador. **Journal of Sustainability**, v. 11, n. 16, p. 4460, 2019.
- WRIGHT, S. J. Plant diversity in tropical forests: a review of mechanisms of species coexistence. **Oecologia**, v. 130, n. 1, p. 1-14, 2012.
- WORLD DEVELOPMENT INDICATORS - WDI. **The World Bank**. Washington, DC. Retrieved from: <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-0683-4>, 2016.
- WORLD BANK OPEN DATA. **The World Bank**. 2018. Retrieved from: <https://data.worldbank.org>.

*Diálogos transdisciplinares em*  
**AGROECOLOGIA:**  
*projeto Café com Agroecologia*

**Realização:**



**Pós-Graduação em**  
**Agroecologia-UFV**

