

Pesquisa em Agroecologia: conquistas e perspectivas



**Simpósio de Pós-Graduação
em Agroecologia - UFV
(2012-2018)**

Editores Técnicos:

Davi Lopes do Carmo
Djalma Silva Pereira
Elizangela da Silva Miguel
Sílvia Oliveira Lopes
Sílvia Eloiza Priore

FUNARBE
Viçosa, MG
2019

Simpósio de Pós-graduação em Agroecologia da
Universidade Federal de Viçosa
SIMPA-UFV

Pesquisa em Agroecologia: conquistas e perspectivas

Editores Técnicos

Davi Lopes do Carmo
Djalma Silva Pereira
Elizangela da Silva Miguel
Sílvia Oliveira Lopes
Sílvia Eloiza Priore

FUNARBE - Fundação Arthur Bernardes
Viçosa, MG
2019

Todos os direitos reservados.

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

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e Classificação da Biblioteca Central da Universidade Federal de Viçosa

P474 Pesquisa em Agroecologia : conquistas e perspectivas [recurso
2019 eletrônico] / Davi Lopes do Carmo... [et al.] editores técnicos e
vários autores. -- Viçosa, MG : Furnabe, 2019.
1 livro eletrônico (pdf, 10,1 MB).

Temas abordados no Simpósio de Pós-Graduação em
Agroecologia da Universidade Federal de Viçosa entre 2012 a 2018.
Disponível em : [http://www.simposioppgagroecologia.ufv.br/?
page_id=535](http://www.simposioppgagroecologia.ufv.br/?page_id=535)
ISBN 978-65-81098-00-1

1. Agroecologia. I. Carmo, Davi Lopes do, 1984-. II. Pereira,
Djalma Silva, 1993-. III. Miguel, Elizangela da Silva, 1989-. IV. Lopes,
Sílvia Oliveira, 1991-. V. Priore, Sílvia Eloiza, 1957-. VI. Simpósio de
Pós-Graduação em Agroecologia da Universidade Federal de Viçosa.
VII. Universidade Federal de Viçosa. Programa de Pós-Graduação em
Agroecologia.

CDD 22. ed. 630.277

Bibliotecária responsável
Alice Regina Pinto Pires
CRB6 2523

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.

www.simposioppgagroecologia.ufv.br

Contato - Programa de Pós-graduação em Agroecologia da UFV

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

Tel: +55 (31) 3612-4448

Autores

Alisson Santos Lopes da Silva, Eng. Agrônomo, Mestre em Fitotecnia pela UFV. (alissonufv@gmail.com)

Altamiro Souza de Lima Ferraz Junior, Eng. Agrônomo, Mestre e Doutor em Agronomia pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Prof. do Departamento de Biologia da Universidade Estadual do Maranhão. (altamiro.ferraz@uol.com.br)

Amara Manarino Andrade Goulart, Bióloga, Mestra em Medicina Veterinária pela UFV, Doutoranda em Medicina Veterinária pela mesma instituição. (amaramanarino@yahoo.com.br)

Annelise Caetano Fraga Fernandez, Prof.^a de Sociologia do Programa de Pós-Graduação em Ciências Sociais da UFRRJ e coordenadora do Núcleo de Estudos em Ambiente, Território e Sistemas Agroalimentares (NEATS). (annelisecff@yahoo.com.br)

Bianca de Jesus Souza, Agroecóloga, Mestra em Agroecologia. Técnica de campo do Centro Agroecológico Tamanduá. (bi.agro.ufv@gmail.com)

Bianca Aparecida Lima Costa, Jornalista, Mestra e Doutora em Ciências Sociais pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Prof.^a do Departamento Economia Rural da UFV. (bianca.lima@ufv.br)

Bruno Coutinho Moreira, Eng. Agrônomo, Mestre e Doutor em Microbiologia Agrícola pela UFV. Prof. da Universidade Federal do Vale do São Francisco. (brunocoutinhoufv@yahoo.com.br)

Carina Aparecida Pinto, Nutricionista, Mestra e Doutoranda em Ciência da Nutrição pela UFV. (carinapinto2001@yahoo.com.br)

Carlos Guadarrama-Zugasti, Doutor em Filosofia em Estudos Ambientais pela Universidad de California Santa Cruz. Prof. da Universidad Autónoma Chapingo, México. (carolusver@gmail.com)

Christiane Silva Souza, Zootecnista, Mestra em Ciência Animal pela Universidade Federal de Mato Grosso, Doutora em Bioquímica Aplicada pela UFV. (christiane_s_souza@hotmail.com)

Dayane de Castro Morais, Nutricionista, Mestra e Doutora em Ciência da Nutrição pela UFV. Especialista em Gestão Pública. (dayanecm@yahoo.com.br)

Daniel Carneiro de Abreu, Eng. Agrônomo, Mestre e Doutor em Zootecnia pela UFV. Prof. do Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal de Mato Grosso. (abreu@agronomo.eng.br)

Daniely de Cássia Deliberali, Licenciada em Ciências, Eng. Agrônoma e Mestra em Solos e Nutrição de Plantas pela UFV. (deliberali.daniely@gmail.com)

Davi Lopes do Carmo, Tecnólogo em Cafeicultura, Mestre e Doutor em Ciência do Solo pela Universidade Federal de Lavras. Pós-doutorado em Agroecologia pelo Programa de Pós-Graduação em Agroecologia da UFV. (davigoldan@yahoo.com.br)

Djalma Silva Pereira, Agroecólogo, Mestre em Agroecologia e Doutorando em Solos e Nutrição de Plantas pela UFV. (djalma.pereira7@gmail.com)

Elizangela da Silva Miguel, Nutricionista, Mestra em Agroecologia e Doutoranda em Ciência da Nutrição pela UFV. (elizangela.miguel@ufv.br)

Fernanda Pereira Andrade, Eng. Agrônoma, Mestra em Entomologia pela UFV, Doutoranda em Entomologia pela mesma instituição. (nandapandrade@gmail.com)

Flávio Medeiros Vieites, Médico Veterinário, Mestre e Doutor em Zootecnia pela UFV. Prof. da Universidade Federal de Juiz de Fora. (fmvieites@yahoo.com.br)

Frederico Belei de Almeida, Biólogo, Mestre em Biologia Animal e Manejo e Conservação da Fauna Silvestre pela UFV, Doutorando em Medicina Veterinária pela mesma instituição. (fb19almeida@gmail.com)

Gabriel Martins Pantoja, Eng. Agrônomo, Mestre em Entomologia pela UFV. (pantojaufrj55@gmail.com)

Gabriel Victor Pereira Lima, Graduando em Medicina Veterinária pela UFV. (gabriel.v.pereira@ufv.br)

Giuliano Pereira de Barros, Médico Veterinário. Integrante do Núcleo de Pesquisa e Extensão em Agroecologia da Fazenda Ressacada UFSC, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina. (giuliano.barros5@gmail.com)

Gustavo Adolfo Ruiz, Médico Veterinário, Zootecnista, Mestre. Prof. da Universidad Antonio Nariño, Colômbia.

Heliane Aparecida Barros de Oliveira, Nutricionista, Mestra em Agroecologia pela UFV. (heliane.oliveira@ufv.br)

Helena Maria Pinheiro Sant'Ana, Nutricionista, Mestra em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela UFV, Doutora em Ciência dos Alimentos pela Universidade de São Paulo. Prof.^a do Departamento de Nutrição e Saúde da UFV. (helena.santana@ufv.br)

Irene Maria Cardoso, Eng. Agrônoma, Mestra em Solos e Nutrição de Plantas pela UFV, Doutora em Ciências Ambientais pela Wageningen University – Holanda. Prof.^a do Departamento de Solos da UFV. (irene@ufv.br)

Ivo Jucksch, Eng. Agrônomo, Mestre e Doutor em Solos e Nutrição de Plantas pela UFV. Prof. aposentado desta instituição. (ivoemadu@gmail.com)

Jaime Fabián Cruz Uribe, Zootecnista, Mestre em Agricultura Orgânica. Prof. da Universidad Antonio Nariño, Colômbia. (jaime.cruz@uan.edu.co)

Jéssica Mayara Coffler Botti, Eng. Agrônoma, Mestra em Produção Vegetal pela Universidade Federal de São João Del-Rei, Doutoranda em Entomologia pela UFV. (jessicabotti@hotmail.com)

Joana D'Arc Silveira Souza, Zootecnista, Mestra em Nutrição Animal pela Universidade Federal de Minas Gerais, Doutoranda em Medicina Veterinária na UFV. (joanadarc2007@gmail.com)

João Alex de Medeiros, Eng. Agrônomo, Mestrando em Agricultura Tropical pela Universidade Federal de Mato Grosso. (joaoalex@ufmt.br)

João Carlos Cardoso Galvão, Eng. Agrônomo, Mestre e Doutor em Fitotecnia pela UFV. Prof. do Departamento de Fitotecnia da mesma instituição. (jgalvao@ufv.br)

Kathlin Dias Procópio, Eng. Ambiental pela Universidade Federal de Ouro Preto, Mestra em Agroecologia pela UFV. (kathlindias@gmail.com)

Laércio dos Anjos Benjamin, Médico Veterinário, Mestre em Biologia Celular pela Universidade Federal de Minas Gerais, Doutor em Biologia Celular e Estrutural pela Universidade Estadual de Campinas. Prof. do Departamento de Veterinária da UFV. (laercio@hotmail.com)

Laura Trujillo-Ortega, Doutora em Filosofia em Estudos Ambientais pela Universidad de California Santa Cruz. Prof.^a da Universidad Autónoma Chapingo, México. (lauratrujillo.ortega@gmail.com)

Letícia Gamarano Pires, Médica Veterinária, Mestranda em Agroecologia pela UFV. (leticia-gamarano@hotmail.com)

Lidiane Figueiredo dos Santos, Bióloga, Mestra em Agroecologia pela UFV, Doutoranda em Biotecnologia Vegetal pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. (lidianefigueiredosantos@hotmail.com)

Luana Molossi, Zootecnista, Mestra em Zootecnia pela Universidade Federal de Mato Grosso, Doutoranda em Ciência animal pela mesma instituição. (luana.molossi@agrisciences.org)

Luiza Veloso Dutra, Nutricionista, Mestra em Agroecologia e Doutoranda em Ciência da Nutrição pela UFV. Prof.^a da Faculdade de Ciências e Tecnologia de Viçosa (Univiçosa) (luizavdutra@gmail.com)

Lucas Figueiredo Ferreira, Eng. Agrônomo, Assistente Técnico Comercial. (lucas.figueiredoferreira@mosaicco.com)

Madelaine Venzon, Eng. Agrônoma, Mestra em Fitossanidade pela Universidade Federal de Lavras, Doutora em Biologia Populacional pela University of Amsterdam. Pesquisadora da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG). (venzon@epamig.ufv.br)

Maria Augusta Pereira Lima, Bióloga, Mestra e Doutora em Entomologia pela UFV. Prof.^a do Departamento de Biologia Animal na mesma instituição. (maugusta@ufv.br)

Mayara Loss Franzin, Eng. Agrônoma, Mestra em Ciências Agrárias pela Universidade Federal de São João Del-Rei, Doutoranda em Entomologia pela UFV. (mayarafranzin@gmail.com)

Maria Catarina Megumi Kasuya, Eng. Agrônoma, Mestra em Microbiologia Agrícola pela UFV, Doutora em Agricultura pela Hokkaido University. Prof.^a do Departamento de Microbiologia da UFV. (catarinakasuya@gmail.com)

Marliane de Cássia Soares da Silva, Bióloga, Mestra e Doutora em Microbiologia Agrícola pela UFV. (mcassiabio@yahoo.com.br)

Nircia Isabella Andrade Pereira, Nutricionista, Mestranda em Agroecologia pela UFV. (nircia.isabella@gmail.com)

Patrizia Ana Bricarello, Médica Veterinária, Mestra em Parasitologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Doutora em Ciências pelo Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo. Prof.^a do Departamento de Zootecnia e Desenvolvimento Rural da Universidade Federal de Santa Catarina. Líder do Grupo de Pesquisa CNPq e coordenadora do Núcleo de Pesquisa e Extensão em Agroecologia da Fazenda Ressacada UFSC. (patrizia.bricarello@ufsc.br).

Paula Lima Romualdo, Zootecnista, Mestra em Agroecologia pela UFV. Assessora técnica do Programa de Gestão Territorial e Ambiental da Comissão Pró-Índio do Acre. (turu_vb@yahoo.com.br)

Paulo Prates Júnior, Biólogo, Mestre em Agroecologia e Doutor em Microbiologia Agrícola pela UFV. Pós-doutorando em Microbiologia Agrícola pela mesma instituição. (ppratesjunior@gmail.com)

Pedro Henrique Brum Togni, Biólogo, Mestre em Ecologia pela Universidade de Brasília, Doutor em Entomologia pela UFV. Prof. da Universidade de Brasília. (pedrotogni@unb.br)

Raquel Diniz Marques, Graduanda em Ciências Biológicas pela UFV. (raquel.dmarques@hotmail.com)

Raquel Nunes Silva, Nutricionista, Mestra em Agroecologia pela UFV. Doutoranda em Saúde Global e Sustentabilidade pela Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. (raquelnutnunes@gmail.com)

Renato Pereira da Silva, Odontólogo, Mestre em Odontologia Social pelo Centro de Pesquisas Odontológicas São Leopoldo Mandic, Doutor em Odontologia em Saúde Coletiva pela Universidade Estadual de Campinas. Prof. do Departamento de Nutrição e Saúde da UFV. (renatop.silva@ufv.br)

Renata Gondim Costa, Médica Veterinária, Mestra em Ciência Animal pela Universidade Federal de Minas Gerais. (regocos@yahoo.com.br)

Ricardo Henrique Silva Santos, Eng. Agrônomo, Mestre e Doutor em Fitotecnia pela UFV. Prof. do Departamento de Agronomia pela mesma instituição. (rsantos@ufv.br)

Rodrigo Cupertino Bernardes, Biólogo, Mestre em Biologia Animal pela UFV, Doutorando em Entomologia pela mesma instituição. (bernardesrodrigoc@gmail.com)

Rogério de Paula Lana, Zootecnista, Mestre em Zootecnia pela UFV. Doutor em Animal Science - Cornell University, Ithaca, NY, EUA. Prof. do Departamento de Zootecnia da UFV. (rlana@ufv.br)

Silmara Christina Rodrigues de Assis, Nutricionista, Especialista em Nutrição e Saúde e Mestra em Agroecologia pela UFV. (silmaranutri@yahoo.com.br)

Silvia Eloiza Priore, Nutricionista, Mestra e Doutora em Nutrição pela Universidade Federal de São Paulo/Escola Paulista de Medicina. Prof.^a do Departamento de Nutrição e Saúde da UFV. (sepriore@gmail.com)

Sílvia Oliveira Lopes, Nutricionista, Mestra em Agroecologia e Doutoranda em Ciência da Nutrição pela UFV. (silvia.lopes.nut@hotmail.com)

Sylvia do Carmo Castro Franceschini, Nutricionista, Mestra e Doutora em Nutrição pela Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP). Prof.^a do Departamento de Nutrição e Saúde da UFV. (sylvia@ufv.br)

Sophia Sol Garcia Fernandino, Nutricionista, Mestra em Agroecologia pela UFV. (sophiasolgarcia@yahoo.com.br)

Steliane Pereira Coelho, Agroecóloga, Mestra em Agroecologia e Doutora em Fitotecnia pela UFV. (steagroecologia@yahoo.com.br)

Vanessa Schiavon Lopes, Agroecóloga, Mestra e Doutora em Solos e Nutrição de Plantas pela UFV. (vanessaschyavon@yahoo.com.br)

Waldênia de Melo Moura, Eng. Agrônoma, Mestra em Genética e Melhoramento e Doutora em Fitotecnia pela UFV. Pesquisadora da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG). (walmelomoura@gmail.com)

Agradecimentos

Os editores técnicos agradecem às instituições que apoiaram a realização desta obra, entre elas à Universidade Federal de Viçosa (UFV), ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, ao Centro de Ciências Agrárias (CCA) e ao Centro de Ciências Biológicas e da Saúde (CCB) da UFV, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e à Fundação Arthur Bernardes (FUNARBE). De forma carinhosa agradecem especialmente aos organizadores, palestrantes, participantes e colaboradores do Simpósio de Pós-Graduação em Agroecologia da UFV, que originou a elaboração desta obra; sem vocês, com certeza, este evento não existiria e nem teria se mantido ao longo destes anos.

Apresentação

A obra *“Pesquisa em Agroecologia: conquistas e perspectivas”* traz temas relacionados à Agroecologia debatidos em palestras e mesas redondas, por professores, agricultores familiares, graduandos e pós-graduandos no Simpósio de Pós-graduação em Agroecologia da Universidade Federal de Viçosa (SIMPA-UFV) ao longo dos anos de 2012 a 2018. A obra contém 23 capítulos que compreende as três linhas de pesquisa da Pós-graduação em Agroecologia sendo elas: “manejo de agroecossistemas tropicais; sistemas agroalimentares de agricultores familiares; processos físicos, biogeoquímicos e dinâmica de recursos em agroecossistemas”. O SIMPA tem como um dos objetivos estimular a troca de conhecimento em relação à produção científica e divulgar os resultados de pesquisas desenvolvidas pelos docentes e discentes da Pós-graduação em Agroecologia da UFV e de outras instituições; promover o diálogo sobre temáticas que versam sobre a pesquisa agroecológica tendo em vista a troca de experiências, contribuindo para integrar pesquisadores de diversas instituições brasileiras que atuam na agropecuária e em sistemas agroalimentares com enfoque agroecológico. Todo conhecimento gerado a partir do esforço de pesquisas científicas que possam abranger várias realidades do território nacional são importantes para a expansão da Agroecologia. Neste sentido, a presente obra cumpre o papel de agregar e reunir resultados de pesquisas e experiências que abordam sobre a Pós-graduação em Agroecologia; uso de modelos computacionais em agroecossistemas; pesquisa participativa em assentamento de reforma agrária; uso de insumos alternativos para o manejo de pragas na agricultura, micro-organismos eficientes e homeopatia; manejo e cultivo de milho e café orgânicos; ensilagem de cana-de-açúcar; produção agropecuária; transição agroecológica; plantas alimentícias não convencionais; compras institucionais de alimentos da agricultura familiar; produção para autoconsumo; metodologias e políticas voltadas para a segurança alimentar e nutricional e impacto dos agrotóxicos. Esperamos que este livro possa fortalecer os elos da Agroecologia, com a aquisição de conhecimentos técnico-científicos; contribuindo para ciência cada vez mais agroecológica e que possa instigar outras pessoas a refletirem sobre o seu papel na construção de um mundo sustentável, em respeito às futuras gerações.

Elizangela da Silva Miguel

Sílvia Oliveira Lopes

Prefácio

A produção científica acadêmica é um dos eixos primordiais da universidade na sua contribuição com a sociedade. Com esta visão o Programa de Pós-Graduação em Agroecologia da UFV promove o Simpósio de Pós-Graduação em Agroecologia da Universidade Federal de Viçosa (SIMPA-UFV) que acontece desde 2012, como parte das atividades do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia da UFV, *Campus Viçosa*. Constitui-se como espaço acadêmico-científico com abordagens multidisciplinares relacionadas à manejo de agroecossistemas, processos produtivos e sistema agroalimentares que conta com estudantes, docentes e comunidade não acadêmica. Aborda a tríade ensino, pesquisa e extensão em Agroecologia. Realizado anualmente tem como foco discussão das linhas de atuação do programa sendo elas: Sistema Agroalimentares de Agricultores Familiares, Manejo de Agroecossistemas Tropicais e Processos Físicos, Biogeoquímicos e Dinâmica de Recursos em Agroecossistemas.

Este livro será uma oportunidade para as pessoas que não puderam estar presentes ao longo destes anos no SIMPA, conhecerem um pouco das temáticas apresentadas nos eventos, bem como as experiências e pesquisas compartilhadas pelos palestrantes. Estes temas surgem do enfrentamento dos desafios diários da pesquisa em Agroecologia, que busca a resolução de problemas, visando atender aos anseios da sociedade, especialmente garantir moldes agrícolas que sejam sustentáveis e contribuam para a valorização da agricultura familiar. Além disso, este material traz resultados de pesquisas que contribuirão para Ciência, Tecnologia e Inovação, sendo estes produzidos de forma ética e responsável, garantindo a preservação dos recursos naturais, valorização da cultura local, garantia da Soberania e Segurança Alimentar e Nutricional e o Direito Humano a Alimentação Adequada.

Aos que contribuíram para a elaboração deste livro agradecemos pelo esforço e dedicação em discutir a temática da Agroecologia.

Sílvia Oliveira Lopes
Elizangela da Silva Miguel

Sumário

Capítulo 1. Programa de Pós-graduação em Agroecologia da Universidade Federal de Viçosa no contexto brasileiro	11
Capítulo 2. Revisando el enfoque evolutivo de la transición agroecológica ..	29
Capítulo 3. Contribuição do uso de insumos alternativos para o manejo de pragas na agricultura e seu reflexo na saúde ambiental	44
Capítulo 4. Declínio de abelhas silvestres e agroecologia	74
Capítulo 5. Micro-organismos Eficientes (EM): uma realidade presente em sistemas agroecológicos	89
Capítulo 6. Sistemas de manejo do cafeeiro e a comunidade de fungos micorrízicos arbusculares	105
Capítulo 7. Sistemas de base agroecológica: cultivo orgânico de café arábica e conilon	123
Capítulo 8. Coberturas vegetais no sistema de plantio direto orgânico de milho	144
Capítulo 9. Manejo orgânico de solos no trópico úmido	163
Capítulo 10. Vantagens e desafios da ensilagem de cana-de-açúcar	174
Capítulo 11. Homeopatia em sistemas de produção animal	194
Capítulo 12. Pesquisa solidária e participativa em assentamento de reforma agrária: as potencialidades e desafios na construção da agroecologia, no manejo do rebanho leiteiro, das pastagens e do solo	211
Capítulo 13. La eficiencia energética de la producción agropecuaria no industrial	234
Capítulo 14. Aplicação de modelos computacionais em agroecossistemas ..	244
Capítulo 15. Hortaliças não convencionais e agricultura familiar na região de Viçosa-MG	258
Capítulo 16. Atuação na linha de pesquisa “Sistemas Agroalimentares de Agricultores Familiares”	278

Capítulo 17. Compra institucional de alimentos da agricultura familiar: a experiência do restaurante universitário da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais e situação de segurança alimentar dos fornecedores	298
Capítulo 18. Diferentes metodologias para avaliação de segurança alimentar e nutricional em domicílios da área rural	311
Capítulo 19. Políticas públicas e pesquisa em segurança alimentar e nutricional de agricultores familiares	332
Capítulo 20. Produção para autoconsumo como promotora de segurança alimentar e nutricional	349
Capítulo 21. Produção de alimentos com agrotóxicos e os riscos ligados à saúde pela via alimentar e ocupacional	362
Capítulo 22. Peixes como bioindicadores de contaminação aquática	378
Capítulo 23. Agroecologia e mercados territorializados: agendas de pesquisa-ação	398

Capítulo 1

Programa de Pós-graduação em Agroecologia da Universidade Federal de Viçosa no Contexto Brasileiro

Davi Lopes do Carmo, Silvia Eloiza Priore

Introdução

Nos últimos anos a Pós-graduação no Brasil passou por transformações e expansão o que tem contribuído para o desenvolvimento científico, tecnológico, social e cultural. Houve expansão expressiva da Pós-graduação *Stricto sensu* entre 2008 a 2018 de 134,2 % no número de bolsas de mestrado, doutorado e pós-doutorado, passando de 42.305 para 99.111 (GEOCAPES, 2018). Os números de Programas passaram de 2565 em 2008 para 4291 em 2018, com aumento de 167,2 %. Em 2008 estavam matriculados 52.750 doutorandos e 97.368 mestrados, em 2018 estavam 114.919 e 173.671, respectivamente (GEOCAPES, 2018). Todo este avanço, principalmente na última década, deve-se ao Plano Nacional de Pós-graduação (PNPG) estabelecido para o período de 2011 a 2020 (BRASIL 2011). Um dos destaques do PNPGE 2011-2020 é promover a integração da pós-graduação com o seguimento empresarial e a sociedade, além de propor agenda nacional de pesquisa no Brasil, visando superar as assimetrias regionais e a formação de recursos humanos para o setor empresarial e programas estratégicos nacionais (BRASIL, 2010). A superação das assimetrias é importante para diminuir as desigualdades regionais de aporte de recursos financeiros e humanos para pesquisa, infra-estrutura, distribuição e concentração dos Programas de Pós-graduação no Brasil.

Outro ponto a ser destacado foi a internacionalização da Pós-graduação com o aumento de estudantes do exterior nas universidades brasileiras, dos estágios de Pós-graduação no exterior “doutorados sanduíches”, doutorado pleno no exterior, além do apoio a participação de pesquisadores brasileiros em eventos internacionais (BRASIL, 2010).

A Pós-graduação brasileira é atualmente avaliada de forma quadrienal pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), sendo fundamental para o aprimoramento da sua expansão em quantidade e qualidade dos

mestrados e doutorados em razão da geração de indicadores. Esta avaliação é feita mediante informações transmitidas pelos coordenadores dos Programas de Pós-graduação na Plataforma Sucupira que é *on-line* e está no site da CAPES. Nesta plataforma é realizado a coleta de informações, processada as análises e avaliações, sendo referência no sistema nacional de Pós-graduação, além de disponibilizar em tempo real as informações para o público acadêmico (BRASIL, 2014a). Nas informações constam a proposta do curso, corpo docente, publicações científicas, atividades de formação, corpo discente, teses e dissertações, dentre outros. Apesar de algumas imperfeições nesta avaliação, tem-se tido aprimoramento contínuo nas diferentes áreas do conhecimento (BRASIL, 2010). Assim, este sistema de avaliação proporciona a comunidade acadêmica alcançar melhor qualidade nos Programas de Pós-graduação *Stricto sensu*, formular políticas públicas e promover ações de fomento de gestão dos recursos financeiros (BRASIL, 2014b).

O apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) foi fundamental na expansão da Pós-graduação no Brasil, pois se consolidou no financiamento à pesquisa, além de apoiar a cooperação com outros países. O CNPq é uma agência nacional destinada ao fomento de pesquisa científica e tecnológica e à formação de recursos humanos para a pesquisa no país (BRASIL, 2016). Sua atuação concentra-se no fomento de bolsas para mestrados, doutorandos e pós-doutorandos, auxílios à pesquisa para bolsistas de produtividade em pesquisa, auxílios para promoção de eventos e editais para projetos de extensão e de pesquisa (BRASIL, 2016).

As universidades são responsáveis pela formação de indivíduos em diversas áreas, o que inclui o ensino, a pesquisa e a extensão na formação dos quadros profissionais de docentes e pesquisadores de nível de Pós-graduação. Nesse sentido, as pesquisas e formação de recursos humanos em temas relevantes da sociedade é capaz de proporcionar solução de problemas em diversos seguimentos incluindo de ordem natural, social e cultural. A expansão da Pós-graduação *Stricto sensu* nos últimos anos tem levado o Brasil no destaque internacional. Este resultado deve-se principalmente as políticas públicas como o PNPG estabelecido para o período de 2011 a 2020 (BRASIL 2011), a CAPES e o CNPq, além de outros órgãos públicos, principalmente as Fundações de Amparo à Pesquisa dos diversos Estados que atuam em conjunto visando o impulsionamento da pesquisa no Brasil.

A expansão do conhecimento científico, tecnológico e social sobre a temática “Agroecologia” tem provocado mudanças no comportamento da sociedade em suas múltiplas dimensões. O Brasil foi o primeiro país do mundo a implementar uma Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (PNAPO), criada em 2012 pelo governo federal para ampliar e orientar o desenvolvimento rural sustentável (COSTA *et al*, 2017). Recentemente esta política foi agraciada como uma das melhores políticas em agroecologia e sistemas alimentares sustentáveis do mundo no prêmio Future Policy Awards 2018, promovido pela Food and Agriculture Organization (FAO), World Future Council e IFOAM – Organics International (WFCF, 2018). A PNAPO visa integrar, articular e adequar políticas, programas e ações indutores da transição e base agroecológica, da produção orgânica, como contribuição para o desenvolvimento sustentável, possibilitando melhoria na qualidade de vida da população mediante a oferta e consumo de alimentos saudáveis e do uso sustentável dos recursos naturais (MDA, 2013).

Nesse sentido, pessoas qualificadas no âmbito da Agroecologia tornou-se necessário, o que foi impulsionado pelos cursos oferecidos em níveis técnicos, tecnólogos, bacharel, Pós-graduação *Lato sensu* e *Stricto sensu* (BALLA *et al*, 2014). Estas ações fortalece as instituições públicas de ensino, pesquisa e extensão, além de promover uma sociedade mais sustentável e consciente. Em razão da necessidade do fortalecimento de estudos sobre a formação de mestres e doutores visando melhorar o processo de ensino, pesquisa e extensão nesta área, este capítulo propõe delinear o Programa de Pós-graduação em Agroecologia da Universidade Federal de Viçosa (PPGA-UFV) em face do contexto nacional.

Em termos metodológicos, foram utilizados procedimentos de pesquisa bibliográfica, documental e site das instituições públicas para compreendermos a trajetória da Pós-graduação *Stricto sensu* em Agroecologia no Brasil. Nesta etapa, recorreu-se a pesquisa documental no site da CAPES, na Plataforma Sucupira, para a identificação dos Programas de Pós-graduação em Agroecologia. A partir desse procedimento consultou-se as respectivas páginas eletrônicas onde são oferecidos os Programas visando obter dados sobre a área de concentração ou linha de pesquisa.

Os resultados apresentados neste capítulo permitem delinear a cronologia de 2002 até 2019 referente a temática “Agroecologia” no âmbito da Pós-graduação *Stricto sensu*, o que é relevante para a formação de docentes, pesquisadores e extensionistas. Realizou-

se uma análise teórica, qualitativa, quantitativa e descritiva da Pós-graduação em Agroecologia no Brasil mediante a coleta de dados da Plataforma Sucupira da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Além disso, foram consultados o CNPq, sites das universidades e produções bibliográficas. Nesse capítulo será descrito o panorama nacional da Pós-graduação *Stricto sensu* em Agroecologia, as conquistas e os desafios enfrentados da Pós-graduação em Agroecologia da Universidade Federal de Viçosa (UFV).

Pós-graduação *Stricto sensu* em Agroecologia no Brasil

Em relação aos Programas de Agroecologia, há nove Programas ofertados por oito instituições públicas federais e estaduais de acordo com o Sistema de Informações Georreferenciadas (GEOCAPES, 2019), e um curso recém ofertado em consorcio entre duas Universidades Federais e uma Estadual (<http://ppgadt.univasf.edu.br>), totalizando 10 no Brasil, ofertados por onze instituições públicas. A região Nordeste se destaca com quatro Programas, sendo dois mestrados e dois doutorados, no Sudeste com três mestrados, no Sul com dois mestrados e a região Norte com um mestrado (Figura 1). Do total, seis mestrados são acadêmicos, dois profissionais, um doutorado acadêmico e profissional, sendo cinco Programas avaliados pela CAPES na área de Ciências Agrárias I, três na área Interdisciplinar e um na área de Ciências Ambientais (GEOCAPES, 2019).

A cada quadriênio a Pós-graduação no Brasil passa pela avaliação da CAPES. Na última avaliação quadrienal (2013-2016), dos dez Programas de Pós-graduação *Stricto sensu* em Agroecologia, dois foram avaliados com conceito 4, seis com conceito 3 e o último curso implementado em 2019 pela Universidade Federal do Vale do São Francisco, na modalidade doutorado profissional, ainda não possui conceito. Os conceitos 1 e 2 são consideradas insuficientes e provocam o descredenciamento do curso; o conceito 3 é considerado médio e apresenta padrões mínimos de qualidade; os conceitos 4 e 5 possuem desempenho bom e muito bom. O conceito 5 representa a nota máxima para os programas que possuem apenas a modalidade de mestrado. Os Programas de padrão internacional são avaliados com conceito 6 e 7, sendo 7 o conceito máximo atribuído pela CAPES (BRASIL, 2014a). Nos critérios de avaliação são considerados a produção técnica e acadêmica dos professores e dos pós-graduandos, a infraestrutura, laboratórios, dentre outros.

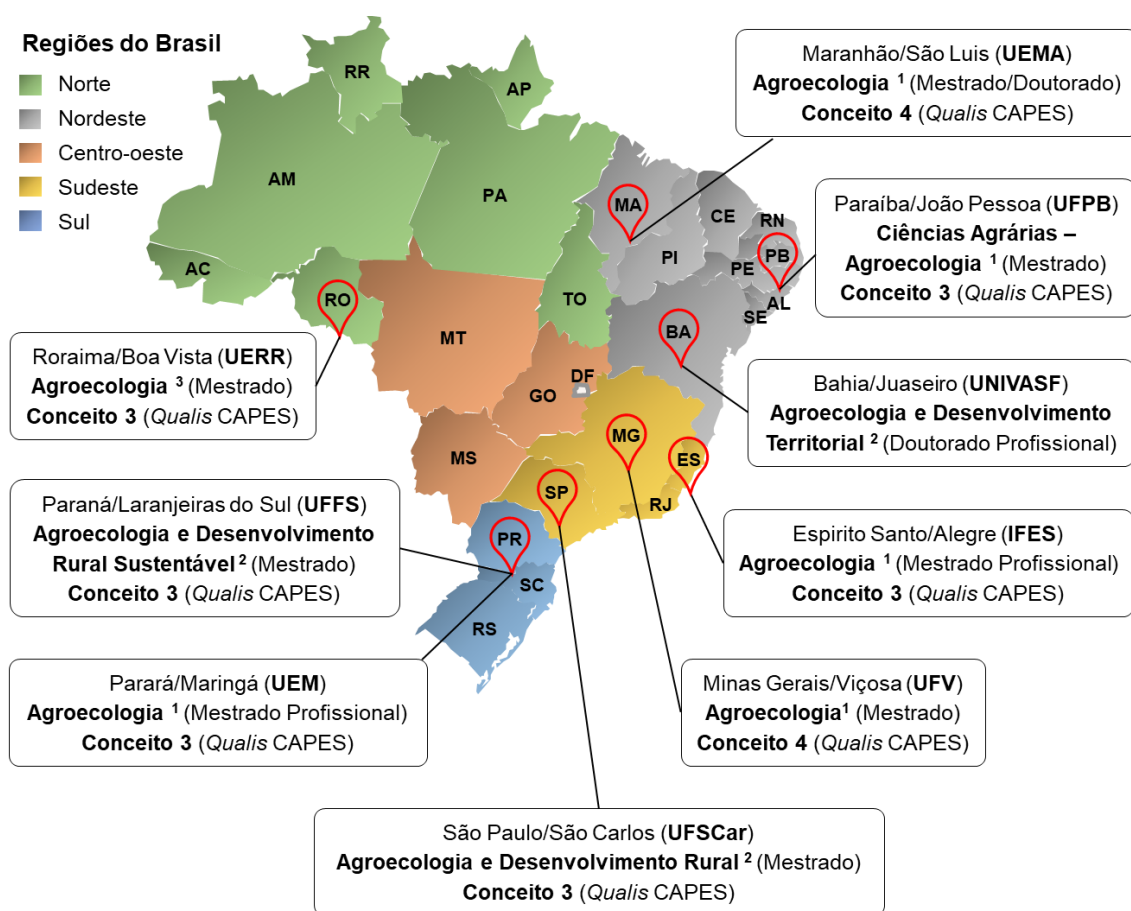


Figura 1. Programas de Pós-graduação em Agroecologia no Brasil, 2019. UERR - Universidade Estadual de Roraima; UFFS - Universidade Federal da Fronteira Sul; UEM - Universidade Estadual de Maringá; UFSCar - Universidade Federal de São Carlos; UFV - Universidade Federal de Viçosa; IFES - Instituto Federal do Espírito Santo; UFPB - Universidade Federal da Paraíba; UEMA - Universidade Estadual do Maranhão; UNIVASF - Universidade Federal do Vale do São Francisco. Área de avaliação na CAPES: ¹Ciências agrárias I; ²Interdisciplinar; ³Ciências ambientais. Fonte: Elaborado pelos autores.

A Pós-graduação *Stricto sensu* em Agroecologia no país é relativamente recente no contexto histórico, que teve início em 1996 com a implementação do mestrado acadêmico na Universidade Estadual do Maranhão, mas somente em 2002 que foi reconhecido pela CAPES e permaneceu como único no país até 2005 (Figura 2). A expansão deste curso tem ocorrido lentamente, considerando a magnitude da expansão da Pós-graduação no contexto geral. Em 2006 foi implementado o mestrado acadêmico em Agroecologia e Desenvolvimento Rural na Universidade Federal de São Carlos, permanecendo somente dois Programas no país até 2010. Em seguida foi implementado em praticamente todas as regiões do país, com exceção da região Centro-Oeste. Em 2011 teve início o mestrado acadêmico em Agroecologia na Universidade Federal de Viçosa, em 2012 o mestrado acadêmico em Ciências Agrárias (Agroecologia) na Universidade Federal da Paraíba e

em 2013 o doutorado em Agroecologia na Universidade Estadual do Maranhão. Em 2014 foram implementados dois mestrados, sendo um profissional na Universidade Estadual de Maringá e um acadêmico Universidade Estadual de Roraima. Em 2016 mais dois mestrados foram implementados, um profissional no Instituto Federal do Espírito Santo e um acadêmico em Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável na Universidade Federal da Fronteira do Sul. Em 2019 a Universidade Federal do Vale do São Francisco implementou o doutorado profissional em associação com a Universidade Federal Rural de Pernambuco e Universidade do Estado da Bahia, totalizando dez Programas de Pós-graduação *Stricto sensu* em agroecologia no Brasil.

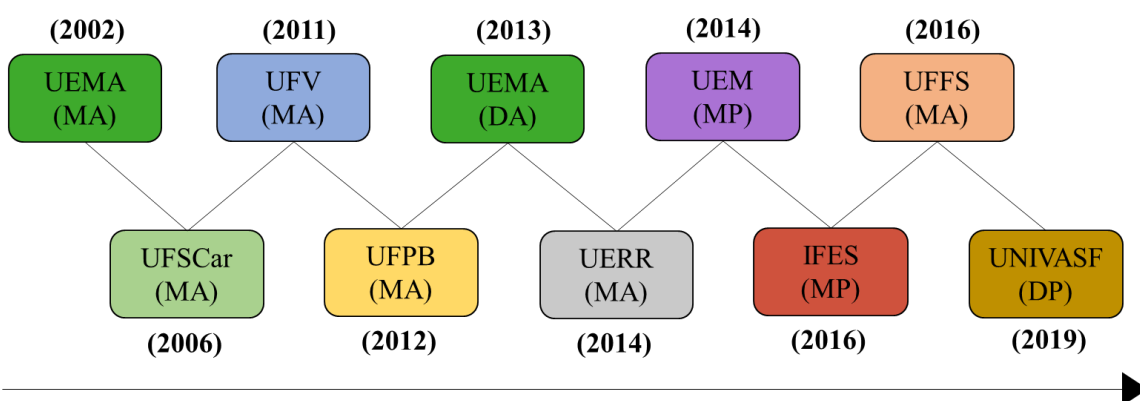


Figura 2. Cronologia da implementação dos Programas de Pós-graduação *Stricto sensu* em Agroecologia no Brasil, 2019. UERR - Universidade Estadual de Roraima; UFFS - Universidade Federal da Fronteira Sul; UEM - Universidade Estadual de Maringá; UFSCar - Universidade Federal de São Carlos; UFV - Universidade Federal de Viçosa; IFES - Instituto Federal do Espírito Santo; UFPB - Universidade Federal da Paraíba; UEMA - Universidade Estadual do Maranhão; UNIVASF - Universidade Federal do Vale do São Francisco. MA–Mestrado Acadêmico; DA–Doutorado Acadêmico; MP–Mestrado Profissional; DP–Doutorado Profissional. Fonte: Elaborado pelos autores.

Cada Programa de Pós-graduação possui linha de pesquisa e área de concentração (Quadro 1). De acordo com o manual de Apresentação de Propostas para Programas Novos (APCN, 2017) da CAPES, a área de concentração indica a área do conhecimento que o programa pertence, enquanto que, as linhas de pesquisa apresentam as especificações da produção do conhecimento dentro da área de concentração que são sustentadas, por docentes/pesquisadores do programa. Assim, as linhas de pesquisa, orientações, disciplinas ministradas e os resultados da pesquisa devem estar em íntima articulação. A Pós-graduação no Brasil necessita de conciliar as normas legais da CAPES com aquelas do regimento das instituições de ensino superior, o que inclui prazos, número

de créditos, exame de qualificação, carga horária, dentre outros. O corpo docente é composto por professores permanentes das instituições, podendo incluir colaboradores e visitantes que orientam dentro das linhas de pesquisa, possui formação e pesquisa na linha de pesquisa em questão.

Quadro 1. Resumos das linhas de pesquisa de cada instituição, segundo informações disponíveis nos sites dos Programas de Pós-graduação em Agroecologia no Brasil.

UERR – Universidade Estadual de Roraima
Biodiversidade funcional em agroecossistemas amazônicos: Estuda inventário da diversidade da flora e da fauna para fins de aproveitamento das funções biológicas de plantas, microrganismos e animais em processos biológicos para a produção agropecuária sustentável. Sistemas agroecológicos, gestão territorial e sustentabilidade na Amazônia: Estuda as diferentes transformações antrópicas sobre a bio ou a sociodiversidade, avaliando o grau e a forma como acontece o impacto e como os recursos naturais, em suas diferentes escalas, respondem a esses impactos.
UFES – Universidade Federal da Fronteira Sul
Agroecossistemas, sustentabilidade e agrobiodiversidade: Estuda a dinâmica e o funcionamento de agroecossistemas, a geração de tecnologia e inovação através do enfoque agroecológico, processos biológicos da agrobiodiversidade e indicadores de sustentabilidade. Dinâmicas socioambientais: Envolve pesquisas sobre os processos e as estratégias de desenvolvimento rural, as dinâmicas socioambientais, incluindo aspectos socioeconômicos, relações de mercado e comercialização, com ênfase nas questões de soberania, segurança alimentar e políticas públicas.
UEM – Universidade Estadual de Maringá
Manejo Agroecológico de Solos Manejo Agroecológico de Pragas e Doenças Sistemas de Produção Agroecológicos
UFSCar – Universidade Federal de São Carlos
Tecnologias e processos em sistemas agroecológicos: Envolve a avaliação e indicadores de sustentabilidade em agroecossistemas; processos tecnológicos voltados à agricultura familiar; utilização de plantas e microrganismos no contexto da sustentabilidade; fisiologia e qualidade de alimentos; tecnologias e processos na pós-colheita; beneficiamento artesanal e processamento de alimentos. Agroecologia, desenvolvimento rural e sociedade: Estuda as formas de organização social e as políticas públicas que direta ou indiretamente relacionam-se com a Agroecologia e o desenvolvimento rural sustentável; inovações nos sistemas de beneficiamento, distribuição e comercialização; aspectos culturais e educacionais da ecologização da agricultura e do meio rural.
UFV – Universidade Federal de Viçosa
Manejo de agroecossistemas tropicais: Envolve a nutrição para animais em sistemas de baixo impacto ambiental, o manejo animal na agricultura familiar, os sistemas agroflorestais, a adubação verde, o manejo e a qualidade do solo, a adubação orgânica de culturas olerícolas, anuais e perenes. Sistemas agroalimentares de agricultores familiares: Estuda as relações entre a produção de alimentos, o consumo e a segurança e soberania alimentar. Envolve a situação nutricional dos agricultores; a qualidade e quantidade dos nutrientes na alimentação; os aspectos culturais relacionados à alimentação, à produção e ao consumo de alimentos com a valorização da biodiversidade local. Processos físicos, bioquímicos e dinâmica de recursos em agroecossistemas: Visa estudar os componentes bióticos e abióticos de agroecossistemas e suas relações com sistemas naturais. Envolve o comportamento animal, os fluxos de nutrientes, matéria orgânica e as cadeias tróficas em agroecossistemas.
IFES – Instituto Federal do Espírito Santo
Manejo de ecossistemas naturais e agroecossistemas: Visa investigar e compreender a estrutura e o funcionamento do ecossistema, possibilitando a inserção e o manejo dos agroecossistemas, integrando os fundamentos conceituais, os critérios e os parâmetros da agroecologia. Sistema de produção agroecológico: Visa o desenvolvimento científico e tecnológico no manejo dos agroecossistemas. Envolve a produção de animais domésticos em sistemas agroecológicos, o manejo de produção na agricultura familiar, os sistemas agroflorestais, a adubação verde, o manejo e a qualidade do solo, o controle de pragas e doenças e a adubação orgânica de plantas.

UFPB – Universidade Federal da Paraíba
<p>Ciências agrárias, indicadores e sistemas de produção: Estuda paradigmas agroecológicos nas suas mais diversas abordagens: desenvolvimento de sistemas agrícolas e pecuários que sejam economicamente viáveis, ecologicamente equilibrados e socialmente adequados.</p> <p>Desenvolvimento rural, processos sociais e produtos agroecológicos: Visa estudar o papel da Agroecologia e compreender a realidade agroecológica e campesina regional. Envolve as interações sociais, educacionais e ambientais no campo brasileiro. Desenvolvimento e validação de tecnologias e processos aplicáveis à produção, processamento, conservação e comercialização de alimentos agroecológicos. Estão inseridos o manejo ecológico de doenças e de parasitas.</p>
UEMA – Universidade Estadual do Maranhão
<p>Estrutura e funcionamento de ecossistemas naturais e agroecossistemas: Visa investigar a estrutura, o funcionamento e o manejo dos agroecossistemas, integrando os fundamentos conceituais, os critérios e parâmetros da agroecologia, as interações biológicas e os sinergismos de seus componentes.</p> <p>Ecologia de insetos, fitopatógenos e ervas espontâneas em agroecossistemas: Pesquisa a ocorrência da distribuição e da densidade de ervas espontâneas, insetos pragas e doenças das principais culturas de interesse regional, visando o controle alternativo sem ferir os princípios de sustentabilidade.</p> <p>Sistemas de produção agroecológicos: Estuda os desenhos e manejos de agroecossistemas produtivos e conservadores dos recursos naturais. Preconiza a utilização de princípios ecológicos como a reciclagem de biomassa e de nutrientes, aumento da matéria orgânica, da atividade biológica do solo, das interações biológicas e de sinergismos entre os componentes dos agroecossistemas.</p>
UNIVASF – Universidade Federal do Vale do São Francisco
<p>Identidade, cultura e territorialidades: Envolve os processos de produção de significações culturais sobre o mundo rural e a formação progressiva de dinâmicas de desenvolvimento territorial.</p> <p>Sociedade, economia e construção do conhecimento: Visa compreender as especificidades do território nordestino no que se refere aos fenômenos sociais, históricos e econômicos contemporâneos a partir de sua relação com o desenvolvimento e o campesinato.</p> <p>Transições Socioecológicas e Sistemas Produtivos Biodiversos: Estuda a gênese, a historicidade, a dinâmica e os ritmos das transições que efetivaram mudanças significativas nas relações entre a sociedade e a natureza nos diferentes regimes metabólicos.</p> <p>Convivência com o semiárido, inovações sociotécnicas e desenvolvimento: Envolve pesquisas participativas com foco em diversos processos com vistas a se desenvolver sistemas de inovação social, redes sociotécnicas articulados a modos de vida sustentáveis.</p> <p>Ambiente, saúde e sistemas agroalimentares: Estuda os agroecossistemas locais voltados para produção de bens ecológicos, a partir do manejo de variedades bem adaptadas ao contexto socioambiental do bioma caatinga e comercializadas através de circuitos curtos.</p>

Programa de Pós-graduação em Agroecologia da UFV

Desde 1987, o enfoque científico e metodológico da Agroecologia tem sido objeto de estudo por parte de profissionais de vários Departamentos da Universidade Federal de Viçosa (UFV) em associação com outros órgãos públicos de pesquisa (EPAMIG – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais) e assistência técnica (EMATER – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais), bem como da sociedade civil (ONGs, sindicatos, organizações de agricultores) da região. O desenvolvimento de agroecossistemas sustentáveis com bases agroecológicas é o foco central das ações desta parceria de alguns grupos de pesquisa da UFV e seus parceiros, nestes últimos anos. Nestes agroecossistemas procura-se potencializar o uso da

biodiversidade, a saúde e o bem-estar das famílias dos agricultores e a preservação dos recursos ambientais.

As ações desenvolvidas proporcionaram resultados significativos, sobretudo em relação ao uso sustentado dos recursos produtivos agrícolas, gerando visibilidade destas experiências e estimulando outras iniciativas semelhantes na região. Esses elementos embasaram a proposta de criação de um Programa de Pós-graduação em Agroecologia na Universidade Federal de Viçosa (PPGA-UFV), em nível de Mestrado Acadêmico. Trata-se de um programa interdepartamental, agregando competências e corpo docente dos Departamentos de Fitotecnia, Nutrição e Saúde, Solos e Zootecnia, valorizando a interdisciplinaridade como elemento propulsor da ciência moderna. A Pós-graduação em Agroecologia da UFV visa promover atividades de ensino, pesquisa e extensão contemplando a temática “Agroecologia” e utiliza laboratórios e áreas experimentais dos respectivos Departamentos. O Programa, iniciou suas atividades em agosto de 2011, com conceito 4 nas avaliações conduzidas pela CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e permanece no mesmo conceito até 2019.

Ensino

O PPGA-UFV tem por objetivo formar pesquisadores com sólida formação acadêmico-científico em sua área específica de treinamento, porém com formação interdisciplinar e aptos para contribuir em pesquisas que se encaixem no processo de aumento da sustentabilidade dos agroecossistemas, a partir da construção dos conhecimentos agroecológicos. O Programa permite o aprofundamento na área de Agroecologia com três linhas de pesquisa: Manejo de Agroecossistemas Tropicais (MAT), Sistemas Agroalimentares de Agricultores Familiares (SAA) e Processos Físicos, Biogeoquímicos e Dinâmica de Decursos em Agroecossistemas (PRA). O corpo docente atual é constituído de 11 orientadores, sendo 2 na linha de pesquisa SAA, 4 no MAT e 5 no PRA, o que resulta atualmente em uma relação de 1,45 pós-graduando/docente/ano.

Um dos pontos relevantes na parte do ensino destaca-se o oferecimento de disciplinas. Professores/orientadores do programa oferecem uma diversidade de disciplinas totalizando 86 voltadas ao desenvolvimento acadêmico e científico dos pós-graduandos. Tais disciplinas englobam conteúdos que contemplam aspectos metodológicos, estatística, meio ambiente, pecuária, agricultura, segurança alimentar e

nutricional, dentre outros. São ainda responsáveis por um conjunto extenso de disciplinas que abordam temas mais específicos referente as linhas de pesquisa desenvolvidas no programa. Além de estimular uma formação mais ampla dos pós-graduandos, tal estratégia representa um forte estímulo ao desenvolvimento de novas parcerias de investigação.

Com base na análise dos *Curriculum Lattes* dos egressos verificou-se que a maioria (29 %) encontra-se sem informações da sua atuação, dificultando uma análise mais precisa dos egressos que atuam no âmbito da agroecologia. Esta modalidade de curriculum é utilizada por ser uma plataforma conhecida nacionalmente que contém as publicações e atividades realizadas. Os egressos foram distribuídos em seis grupos principais, tais como “Sem informações”, “Doutorando”, “Consultor/Assessor”, “Docente”, “Preparatório para concurso” e “Servidor Público” (Figura 3). Dos egressos que possuem *Lattes* atualizado, a maioria encontra-se cursando o doutoramento (27 %). As áreas de doutoramento são: Solos e Nutrição de Plantas-UFV, Fitotecnia-UFV, Ciência da Nutrição-UFV, Extensão Rural-UFV, Produção Vegetal-UENF, Biotecnologia vegetal-UENF, Microbiologia Agrícola-UFV, Plant Science no exterior-Hungria, Agronomia-UFG, Plantas Medicinais, Aromáticas e Condimentares-UFLA, Saúde Global e Sustentabilidade-USP.

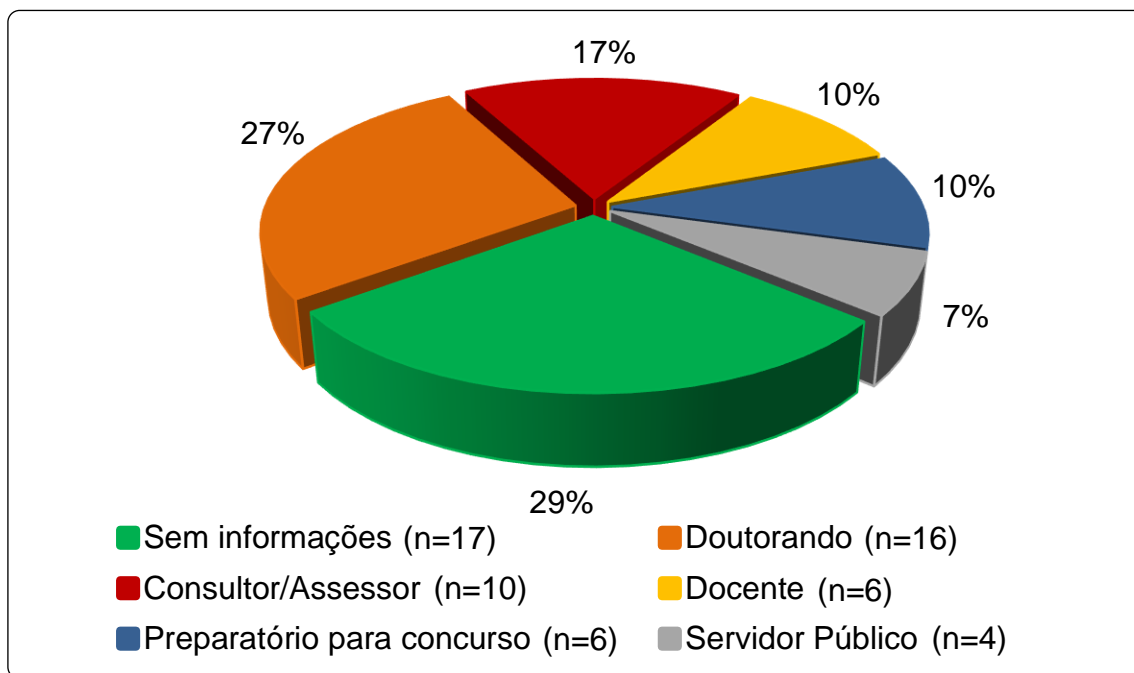


Figura 3. Inserção acadêmica e profissional dos egressos do Programa de Pós-graduação em Agroecologia da Universidade Federal de Viçosa, *Campus Viçosa*, UFV, em 2019. Fonte: Elaborado pelos autores.

O terceiro grupo de egressos “Consultor/Assessor” totalizou-se em 17 %, que engloba bolsistas, consultores autônomos e extencionistas. O grupo que atua na docência e o que está no preparatório para concursos somam cerca de 10 % cada, seguido de servidores públicos com 7 %. O baixo número de docentes é justificado em razão de que boa parte dos egressos estão dando sequência nos estudos.

Pesquisa (produção intelectual)

Referente às atividades de pesquisa, as oportunidades atuais oferecidas pela PPGA-UFV são diversificadas e abrangentes em razão das três linhas de pesquisa que o programa oferece. Essas linhas, que traduzem os campos de investigação desenvolvidos pelos orientadores dos PPG de Solos e Nutrição de Plantas, Fitotecnia, Ciência da Nutrição, Zootecnia, Medicina Veterinária e Educação apontam a diversidade de possibilidades oferecidas aos pós-graduandos.

Dentre os tópicos abordados destacamos as dissertações defendidas em 2019:

a) *Feira de Agricultura Familiar e Economia Solidária: implementação, desenvolvimento e situação de (in) segurança alimentar e nutricional das famílias expositoras*; b) *Adução orgânica com resíduos animais e uso de microrganismos eficientes na produção agroecológica de capim elefante*; c) *Colonização de fungos micorrízicos arbusculares e análises químicas em Urochloa decubens em sistema silvipastoril e em monocultivo*; d) *(In) visibilidade dos agrotóxicos na saúde integral de mulheres rurais*; e) *Avaliação agronômica e índices de eficiência de um consórcio de hortaliças da agricultura sintrópica*; f) *Atividade microbiológica promove o crescimento de milho e a qualidade do solo*; g) *As sementes crioulas e as estratégias de conservação da agrobiodiversidade*.

No período de 2013 a 2019, foram defendidas 59 dissertações que variaram de 6 a 12 dissertações por ano, com média anual neste período de 8,4 dissertações/ano (Figura 4). As dissertações concentraram 44 % na linha de Manejo de Agroecossistemas Tropicais (MAT), 32 % na de Processos Físicos, Biogeoquímicos e Dinâmica de Recursos em Agroecossistemas (PRA) e 24 % na de Sistemas Agroalimentares de Agricultores Familiares (SAA). Atualmente as dissertações encontram-se disponíveis para consulta *on-line* na página do PPGA (http://www.posagroecologia.ufv.br/?page_id=66), no Repositório Institucional da UFV (<https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/180>) e no banco de teses da CAPES (<https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#/>).

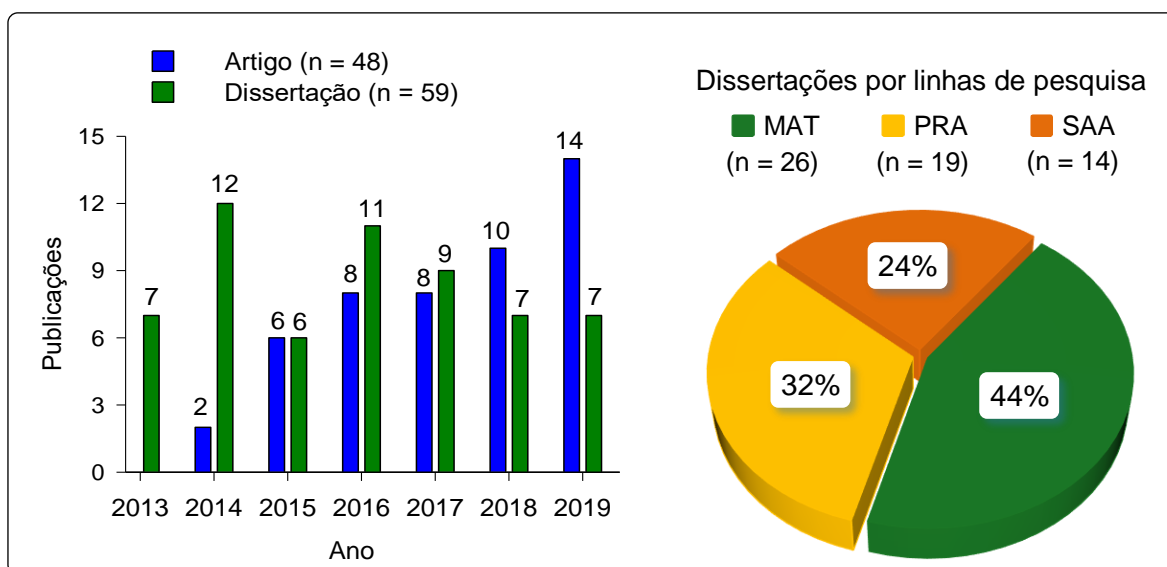


Figura 4. Publicações de artigos e dissertações do Programa de Pós-graduação em Agroecologia da Universidade Federal de Viçosa, *Campus Viçosa*, UFV, no período de 2013 a 2019. MAT - Manejo de Agroecossistemas Tropicais, PRA - Processos Físicos, Biogeoquímicos e Dinâmica de Recursos em Agroecossistemas e SAA - Sistemas Agroalimentares de Agricultores Familiares. Fonte: Elaborado pelos autores.

Os números de artigos publicados ao longo do período de 2014 a 2019 variaram entre 2 a 14 por ano que foi crescente ao longo do tempo, totalizando 48 publicações, com média neste período de 8 artigo/ano. Considerando o último triênio (2017-2019) a média de artigo/ano foi de 10,7, valor este superior em cerca de 100 % em comparação ao triênio anterior (2014-2016) que apresentou média de 5,3 artigo/ano.

As publicações científicas são avaliadas pelo modelo *Qualis* adotado pela CAPES que são estratificados em qualidade por ordem decrescente de peso, sendo “A1” o peso mais elevado e “C” peso zero. Essa classificação tem impacto na pontuação dos Programas de Pós-graduação (PPG) no Brasil que se hierarquizam por meio de notas, as quais se conformam por pontos atribuídos a diferentes indicadores. No Brasil, o sistema *Qualis*-Periódicos foi desenvolvido pela CAPES para classificar a produção científica dos PPG (CAPES, 2019). Sua função primordial consiste em oferecer elementos de controle, comparação e classificação da produção científica nacional, por diferentes áreas.

Dos 48 artigos provenientes das dissertações do PPGA-UFV publicados no período de 2014 a 2019, 35 % foram publicados em periódicos com extratos mais elevados (*Qualis*-A1, A2, A3 e A4), com base na classificação da CAPES de 2019 (Figura 5). Nos extratos mais baixos (*Qualis*-B1, B2, B3 e B4) concentram-se a maior parte das

publicações com um total de 57 % e no menor extrato (*Qualis-C*) foram publicados 8 % dos artigos. Considerando o total de artigos, cerca de 62,5 % publicados em idioma inglês e 37,5 % em português.

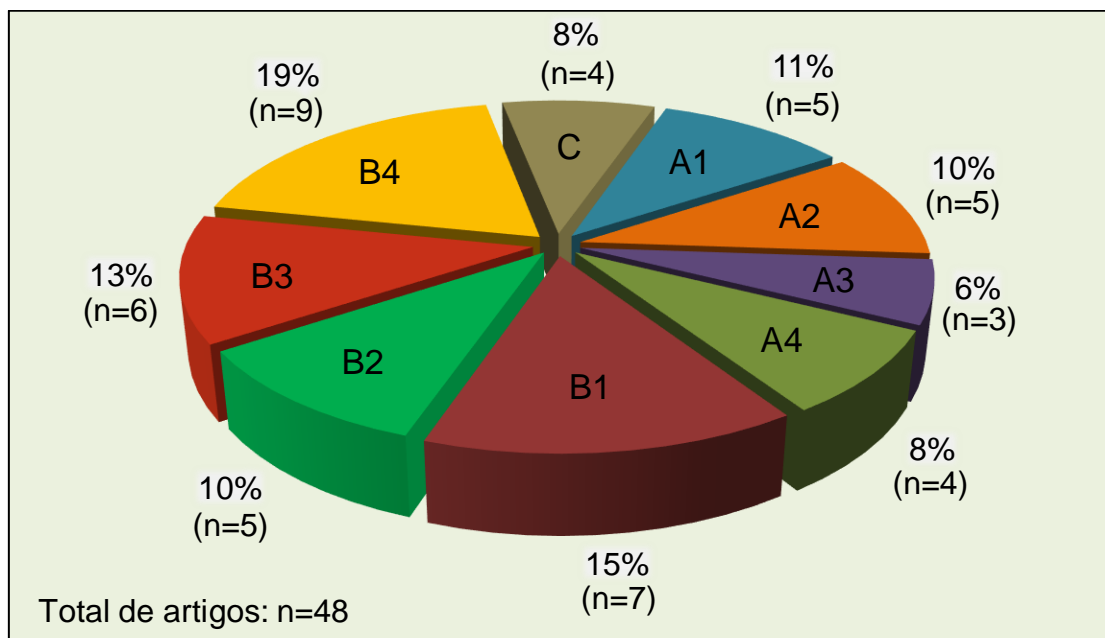


Figura 5. Quantificação das publicações científicas do Programa de Pós-graduação em Agroecologia da Universidade Federal de Viçosa, *Campus Viçosa*, UFV, no período de 2014 a 2019, com base na classificação *Qualis* adotado pela CAPES em 2019. Fonte: Elaborado pelos autores.

Extensão (Simpósio de Pós-graduação em Agroecologia e Café com Agroecologia)

A produção científica acadêmica é um dos eixos primordiais da universidade na sua contribuição com a sociedade. Com esta visão o PPGA-UFV, promove anualmente o Simpósio de Pós-graduação em Agroecologia da Universidade Federal de Viçosa – SIMPA, desde 2012. Este evento possui alcances variados com promoção de palestras, mesas redondas, minicursos, publicação de resumos expandidos e apresentação dos resumos em pôsteres. O SIMPA se consolidou como um espaço científico relevante no âmbito da Agroecologia e em 2018 completou o sétimo evento (VII – SIMPA), com temas relacionados à Pós-graduação, abrangendo assuntos relacionados a agricultura familiar, microrganismos, manejo agroecológico na agricultura e pecuária, agrotóxicos, plantas não convencionais, segurança alimentar e nutricional, dentre outros, totalizando 73 palestras durante o período de 2012 a 2018. Neste período foram publicados 187 resumos expandidos em anais registrado no ISSN 2447-7133, que serão disponibilizados no site

do evento “www.simposioppgagroecologia.ufv.br” para download. A comissão organizadora é constituída pela comissão coordenadora do programa e conta com a colaboração de pós-graduandos e pós-doutorando do PPGA-UFV, totalizando em média 20 integrantes (Figura 6).



Figura 6. VII SIMPA - Simpósio de Pós-graduação em Agroecologia da Universidade Federal de Viçosa, *Campus Viçosa*, UFV ocorrido em novembro de 2018.

O SIMPA é realizado na Universidade Federal de Viçosa-MG, *Campus Viçosa* e ocorre no segundo semestre do ano. As contribuições principais do evento são a integração e fortalecimento de pesquisadores de diversas instituições brasileiras que atuam na agropecuária e em sistemas agroalimentares com enfoque agroecológico, visando construir e fortalecer parcerias em pesquisas e no ensino de Pós-graduação *Stricto sensu*. Além disso, divulgar projetos e resultados de pesquisas que visam uma produção agropecuária eficiente, rentável e que preserve os recursos naturais, estimular e difundir a ciência e inovação para o desenvolvimento tecnológico através das edições dos anais de resumos e apresentação de pôsteres.

Visando ampliar, formalizar e institucionalizar temáticas no âmbito da “Agroecologia” foi implementado o projeto “Café com Agroecologia” em janeiro de

2015. Este, busca a integração de grupos e pessoas na construção do conhecimento agroecológico, contribuindo como espaço multidisciplinar nas atividades de ensino, pesquisa e extensão (PRATES JÚNIOR *et al*, 2017). O Café com Agroecologia debate por intermédio de rodas de conversa temas relacionados à ciência, sociedade, meio ambiente e cultura, com foco em Agroecologia. Este evento promovido pelo PPGA-UFV consta no Registro de Atividades de Extensão-RAEX (nº PRJ-272/2015) da Universidade Federal de Viçosa-UFV, visto ser um Projeto de Extensão.

A dinâmica deste evento permite a troca de experiência entre o facilitador/palestrante e público presente. São abordados diversos temas e o público abrange estudantes de graduação e de pós-graduação, professores e comunidade não acadêmica. Os eventos ocorrem mensalmente, em geral na última quinta feira de cada mês. É gratuito e sem necessidade de inscrição prévia, sendo aberto a todos que se interessam pelo tema a ser discutido em cada mês. As metodologias utilizadas nos encontros são baseadas na educação formal e não formal, bem como a pedagogia de Paulo Freire, pois os temas abordados são relacionados a necessidades e desafios vivenciados por aqueles que estudam e trabalham no domínio da Agroecologia.

Os temas abordados no “Café com Agroecologia” são bem variados de modo a possibilitar aos participantes a desenvolverem pensamento crítico e argumentativo sobre ciência, tecnologias e cultura popular no âmbito da “Agroecologia”. Durante a roda de conversa (Figura 7) ocorre degustações de alimentos e bebidas diversas advindos do Quintal Solidário que é uma “Feira de Economia Solidária e Agricultura Familiar”, visando valorizar a agricultura familiar, os circuitos curtos de comercialização, a agroecologia, o consumo consciente e a cultura local. Assim, é possível interligar a segurança alimentar e nutricional, a geração de renda para os agricultores e a valorização da cultura e saberes tradicionais na produção de alimentos.

O evento é composto principalmente por: a) estudantes de Graduação dos cursos de Agronomia, Licenciatura e Educação do Campo (Licena), Nutrição, Engenharia Florestal, Engenharia Agrícola e Ambiental, Ciências Biológicas, Geografia, História, Ciências Sociais, Economia Doméstica Arquitetura e Urbanismo, Bioquímica da UFV e outras Instituições de Ensino Superior; b) Pós-graduação, sobretudo, Agroecologia, Fitotecnia, Nutrição, Entomologia, Solos e Nutrição de Plantas, Química, Extensão Rural, Microbiologia Agrícola, Ecologia, Botânica da UFV; c) Professores da UFV; d)

estudantes do ensino fundamental e médio; e) Comunidade não acadêmica, incluindo agricultores, integrantes de ONG, movimentos sociais e profissionais autônomos.



Figura 7. 50º Café com Agroecologia da Universidade Federal de Viçosa, *Campus Viçosa*, UFV, realizado no dia 28 de fevereiro de 2019.

Eventualmente são convidados estudantes estrangeiros como facilitadores/convidados para a troca de experiências agroecológicas de outros países tais como México, Angola, Moçambique, Estados Unidos da América, Holanda, França, Colômbia, dentre outros, que passaram pelo projeto. No total foram 48 eventos consecutivos entre 2015 a 2018 com diversos temas abordados por 76 convidados palestrantes, que teve um público estimado de 1000 participantes e contou com cerca de 37 organizadores.

Considerações finais

As considerações apresentadas nesse capítulo, embora sumárias, permitem concluir que os objetivos do Programa de Pós-graduação em Agroecologia da UFV foram alcançados com desenvolvimento no ensino, na pesquisa e na extensão. Os resultados só foram possíveis graças as agências de fomento pelo financiamento de projetos e bolsas de estudos, aos discentes e docentes que cumpriram com suas responsabilidades e pelo apoio dos Departamentos da Fitotecnia, Nutrição e Saúde, Zootecnia e Solos da UFV e da própria Universidade com este programa.

Embora houve avanços principalmente na última década da Pós-graduação *Stricto sensu* em Agroecologia no Brasil, ainda há necessidade de políticas de fortalecimento e

consolidação deste seguimento visando atender diversas demandas da sociedade brasileira no que tange o desenvolvimento científico, tecnológico, social e cultural relacionados a temática “Agroecologia”. Os Programas possuem linhas de pesquisas com alcances variados na sociedade brasileira com atuação acadêmica, científica e profissional no que tange o desenvolvimento sustentável em todos os seus aspectos. As abordagens destacadas nestes Programas envolvem os processos biológicos de base agroecológica, indicadores de sustentabilidade, processamento e consumo de alimentos, segurança e soberania alimentar, comercialização de circuitos curtos e programas governamentais.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Código de Financiamento 001 e pela bolsa de Pós-doutorado do Programa Nacional de Pós-Doutorado (PNPD) ao PPGA-UFV.

Referências

- APCN - Apresentação de Propostas para Cursos Novos (2017). **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior**. Disponível em: https://www.capes.gov.br/images/documentos/Manual_APCN_2017.pdf. Acesso em: 12 de ago. 2019.
- BALLA, J. V.; MASSUKADO, L. M.; PIMENTEL, V. C. Panorama dos cursos de agroecologia no Brasil. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 9, n. 2, p. 2–14, 2014.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Plano Nacional de Pós-graduação – PNPG 2011-2020**. Coordenação de Pessoal de Nível Superior. Brasília, DF: CAPES, 2010.
- BRASIL. Ministério da Educação. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. **O que é plataforma sucupira**. Brasília (2014a). Disponível em: <http://www.CAPES.gov.br/avaliacao/plataforma-sucupira>. Acesso em: 11 de ago. 2019.
- BRASIL. Ministério da Educação. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. **Avaliação**. Brasília (2014b). Disponível em: <http://www.CAPES.gov.br/legislacao/91-conteudo-estatico/avaliacao-CAPES/6871-caracterizacao-do-sistema-de-avaliacao-da-pos-graduacao>. Acesso em: 11 de ago. 2019.
- BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicação (2016). **CNPQ – 65 anos apoiando o desenvolvimento científico e tecnológico o Brasil**. Disponível em: http://www.cnpq.br/web/guest/noticiasviews/-/journal_content/56_INSTANCE_a6MO/10157/464917. Acesso em: 11 de ago. 2019.

COSTA, M. B. B. *et al.* Agroecology development in Brazil between 1970 and 2015. **Agroecology and Sustainable Food Systems**, v. 41, p. 276–295, 2017.

GEOCAPES - **Sistema de Informações Georreferenciadas/CAPES** (2019). Disponível em: <https://geocapes.capes.gov.br/geocapes/>. Acesso em: 20 de ago. 2019.

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. **Plataforma Sucupira**. 2019. Disponível em: <https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/index.xhtml>. Acesso em: 5 de out. 2019.

MDA - Ministério do Desenvolvimento Agrário (Brasil). **Brasil agroecológico: plano nacional de agroecologia e produção orgânica**, 2013. Disponível em: http://www.mda.gov.br/sitemda/sites/sitemda/files/user_img_19/BrasilAgroecologico_Baixar.pdf. Acesso em: 30 de mar. 2019.

Programa de Pós-graduação em agroecologia e desenvolvimento rural/**Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)**. Disponível em: <http://www.ppgadr.ufscar.br/>. Acesso em: 20 de ago. 2019.

Programa de pós-graduação em Agroecologia/**Instituto Federal do Espírito Santo (IFES)**. Disponível em: <https://ppga.alegre.ifes.edu.br/index.php/apresentacao>. Acesso em: 20 de ago. 2019.

Programa de Pós-graduação em Agroecologia/**Universidade Estadual de Roraima (UERR)**. Disponível em: <https://uerr.edu.br/ppga>. Acesso em: 20 de ago. 2019.

Mestrado em Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável/**Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS)**. Disponível em: <https://www.uffs.edu.br/campi/laranjeiras-do-sul/cursos/mestrado/mestrado-em-agroecologia-e-desenvolvimento-rural-sustentavel/apresentacao>. Acesso em: 20 de ago. 2019.

Programa de Pós-graduação em Agroecologia/**Universidade Estadual de Maringá (UEM)**. Disponível em: <http://www.mpa.uem.br/>. Acesso em: 20 de ago. 2019.

Programa de Pós-graduação em Agroecologia/**Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)**. Disponível em: http://www.agroecologia.uema.br/?page_id=35. Acesso em: 20 de ago. 2019.

Programa de Pós-graduação em ciências agrárias (Agroecologia)/**Universidade Federal da Paraíba (UFPB)**. Disponível em: https://sigaa.ufpb.br/sigaa/public/programa/apresentacao.jsf?lc=pt_BR&id=1926. Acesso em: 20 de ago. 2019.

PRATES JÚNIOR, P. *et al.* Café com Agroecologia: integrando conhecimentos. **Revista Elo: Diálogos em Extensão**, v. 6, n. 3, p. 1–11, 2017.

WFCF - **World Future Council Foundation**. 2018. Disponível em: <https://www.worldfuturecouncil.org/wp-content/uploads/2018/10/FPA-2018-Brochure-for-web.pdf>. Acesso em: 12 de ago. 2019.

Capítulo 2

Revisando el enfoque evolutivo de la transición agroecológica

Carlos Guadarrama-Zugasti, Laura Trujillo-Ortega

Introducción

Este trabajo tiene dos intenciones: primera, revisar algunos de los conceptos básicos que se han usado para definir la transición agroecológica, en particular el enfoque evolutivo, y, segunda, explorar algunos conceptos nuevos que se ofrecen para contribuir a la discusión de este campo, que se ha convertido en una prioridad de las agendas de desarrollo de las agencias mundiales públicas, privadas y sociales.

Uno de los autores que más ha contribuido al estudio de la transición agroecológica es el Dr. Stephen Gliessman, de la Universidad de California Santa Cruz, al establecer un marco conceptual amplio que incluye: desde la concepción misma de la transición, hasta los instrumentos metodológicos para darle seguimiento, donde destaca el uso de los indicadores de sostenibilidad. Es importante saber donde y porque ocurren los cambios para hacer los ajustes al manejo del agroecosistema. La transición debe dejar de ser una caja negra como ocurrió en los inicios de la agricultura alternativa.

El enfoque evolutivo de la transición ha sido trabajado exhaustivamente por el Dr. Gliessman y se puede tener una visión amplia de esta trayectoria en el libro “The conversion to sustainable agriculture” (GLIESSMAN, ROSEMEYER 2010) donde se abordan los principios, procesos y prácticas que constituyen el cambio de una agricultura convencional a una agricultura sostenible. En el capítulo uno de este libro se sintetizan los principios del marco conceptual utilizado por estos autores, así como las barreras e incentivos para la transición que su revisión bibliográfica y experiencia de campo les indican. El principio guía de toda la argumentación es la insostenibilidad de la agricultura convencional y la necesidad de modelos alternativos de producción como el propuesto por la Agroecología. Tal modelo necesita un monitoreo y seguimiento para saber si vamos en el camino señalado de cambio de lo tradicional a lo sostenible. A este camino se le ha llamado originalmente *conversión*, y es importante preguntarse en que momento pasamos al concepto de *transición*, por las implicaciones conceptuales y metodológicas que tiene

la aparente intercambiabilidad de estos términos, y porque en esta confusión puede encontrarse una de las explicaciones al extremadamente lento y acotado proceso de cambio a nivel mundial de un modelo de agricultura convencional, a un paradigma de agricultura alternativa.

Desde los simposios internacionales organizados por la FAO en 2014 y 2018, parece haberse abandonado el concepto de conversión para dar paso a una nueva perspectiva del cambio en las redes agroalimentarias: la globalización de la transición agroecológica y los nuevos desarrollos de la Agroecología como promotora de nuevos regímenes agroalimentarios. Las consecuencias de estos cambios muy recientes no son el propósito de este trabajo, sino revisar los problemas que tiene un enfoque que se usó y se sigue usando desde hace ya cuarenta años, y que ha sido guía conceptual y práctica para la construcción de la Agroecología en toda América Latina y recientemente propuesto por la FAO (2019) para su aplicación mundial.

Proponemos, en primer lugar, hacer una distinción entre la *conversión*, entendiéndola como el seguimiento, monitoreo y ajuste de los procesos ecológicos que se dan en el manejo del agroecosistema durante el período de cambio de lo convencional a lo alternativo, y la *transición*, como un proceso de largo plazo y aliento que incluye las dimensiones ecológicas, económicas, políticas, sociales, ambientales, culturales y éticas, al menos, a diversas escalas espaciales, y que son parte del entramado socio-ambiental que conlleva un cambio de paradigma de producción.

El enfoque evolutivo de la transición agroecológica

Stuart Hill, es el primer estudioso que establece una ruta de cambio, aunque todavía sin hablar de conversión, transición o niveles, sino de soluciones para la producción agrícola y su transformación a una agricultura ecológica: a) solución curativa química; b) solución ecológica superficial; y c) solución ecológica profunda (p. 4). En 1985 ya argumenta que la eficiencia, es decir, la reducción en el uso de agrotóxicos, o la sustitución de insumos químicos por orgánicos, no soluciona el problema de fondo de la agricultura convencional: que ésta funciona mal porque el sistema está mal diseñado y que si no se llega al rediseño, solo se reproduce un mal funcionamiento con soluciones parciales que no restablecen los procesos ecológicos necesarios para una mejor estructura y función de las interacciones dentro del sistema de producción. Llama la atención en la

temprana propuesta de Hill, que no habla de agroecología en sí, sino de soluciones ecológicas, y de la necesidad de transformación no solamente en el rediseño del agroecosistema sino en el del propio ser humano. La solución ecológica profunda nos dice Hill, es preventiva, ecológica y humanista.

El cambio de modelo de producción propuesto en las *soluciones* de Hill, es la base para la propuesta de MacRae *et al* (1990)¹, equiparando las soluciones de Hill con componentes de la conversión: incremento de la eficiencia, sustitución, y rediseño. Retomando a Hill, y a los componentes de la conversión elaborados por MacRae *et al* (1990), Gliessman (1998) propone la corriente de los niveles de la transición que han servido como marco de referencia a los estudios sobre la transición agroecológica especialmente en México y el resto de Latinoamérica. La idea evolutiva es que se tiene que pasar por varias etapas para ir obteniendo cada vez mayores niveles de sostenibilidad en el camino de la producción convencional a la agroecológica. Como veremos después, esta evolución no se presenta necesariamente así en la realidad, y dependiendo del contexto y la historia del agricultor la transición puede iniciarse en cualquiera de estas etapas o niveles. En su trabajo más reciente, (IPES-Food 2018, p. 101-102), Gliessman mantiene los niveles de transición (que veremos adelante) y añade un quinto nivel. No obstante, persiste la duda de si manteniendo la concepción de “niveles” en la transición, queda implícita la seriación de los mismos, o si de forma opuesta a esta sucesión de etapas, deberíamos pensar en otros conceptos que nos hablen de diferentes momentos en la historia de los agricultores que incluyen las diferentes realidades y heterogeneidad de las condiciones de producción por las que atraviesan, así como los momentos histórico-políticos que viven, en un proceso no necesariamente lineal.

Recientemente, un grupo de investigadores británicos con larga trayectoria en la investigación de la agricultura orgánica (PADDEL *et al*, 2018) retomó los componentes originales de Hill para lanzar su propia propuesta de transición agroecológica. Esta propuesta tiene observaciones muy interesantes sobre algunos de los problemas del enfoque evolutivo que coinciden con las que se abordan en esta revisión, mismas que se

¹ En este trabajo, MacRae y sus co-autores (entre los que se encuentra el propio Hill) son los que bautizan a las ideas iniciales de Hill, como “enfoque evolutivo”, mismo que domina el desarrollo conceptual de la transición hasta 2016, cuando aparece el libro de Elzen *et al* *Agroecological Transitions*, donde participan una veintena de investigadores casi todos europeos y con una característica muy peculiar: es un libro sobre transición agroecológica no escrito por agroecólogos.

leen en el sumario ejecutivo de su reporte, donde reportan que en sus estudios de caso en el Reino Unido encontraron: “una sobreposición de estados de transición, todos los niveles pero no necesariamente en orden secuencial...lo que indica que son estados conceptuales más que cronológicos...y una cantidad importante de rediseños de sistemas hechos por los propios agricultores...” (p. 7). La calidad no secuencial de la transición y su definición conceptual más que cronológica es un aporte fundamental de esta corriente de pensamiento. Igualmente importante es la contribución de Schmitt quién adelantó en 2009, que no se podía concebir la transición como una serie de pasos consecutivos, sino como un complejo de procesos no lineares “movilizando múltiples dimensiones de la vida social, confrontando visiones del mundo... y activando procesos de conflicto y negociación entre distintos actores...” (p. 178). No hay tersura en los procesos de cambio.

Por otro lado, Paddel y sus colaboradores parten de la idea de Hill, pero no le llaman *soluciones* sino “modelo de transición incremento eficiencia-sustitución-rediseño”. Los modelos de transición como herramienta conceptual en el entendimiento e instrumentalización del cambio productivo han sido muy poco trabajados y representan una línea de pensamiento interesante a seguir. Una conclusión del grupo de Paddel, es que los esfuerzos para el apoyo a la transición agroecológica hoy, deberían dirigirse al rediseño de sistemas de producción con un enfoque agroecológico. Los trabajos sobre rediseño en Latinoamérica son muy escasos, y las observaciones de campo y experiencia de los autores permiten formular una opinión informada a modo de hipótesis de trabajo sobre la transición en nuestros países, sugiriendo que ***el estado de la transición agroecológica se encuentra estancada conceptualmente en un proceso permanente de sustitución de insumos químicos por insumos orgánicos***. En el caso de México, el rediseño está dirigido no a la construcción de sistemas de base agroecológica, sino al perfeccionamiento de los nuevos monocultivos con ejemplos como el café después de la crisis de la roya, la expansión de los cítricos, específicamente el limón persa, y la expoliación absurda del país con la invasión incontenible del cultivo del aguacate (Méndez, 2019). De hecho, diseños de una alta complejidad como el café bajo sombra, con una larga tradición histórica en México se están simplificando en la reconfiguración de la cafecultura después de la crisis de la roya. Es un caso emblemático donde el diseño de un sistema de producción que ha sido admirado como el modelo agroecológico por excelencia desaparece para dar paso al rediseño de un monocultivo de alto rendimiento, alto uso de insumos químicos y externos, y uso intensivo de riego, algo inédito en el café

mexicano². Lo que podría verse como una regresión, un efecto contraevolutivo de la roya en los niveles de la transición, es en realidad un avance en el desarrollo de la producción de mercancías con nuevas tecnologías, mercados y modelos de desarrollo rural.

Percibimos dos problemas centrales para el avance del rediseño con bases agroecológicas:

a) *El excesivo énfasis en el conocimiento tradicional donde se supone está la base del manejo agroecológico. Una concepción donde todo está contenido en el saber ancestral inhibe fuertemente la acción para el desarrollo de nuevos sistemas de producción, cambios radicales o la incorporación de técnicas derivadas de la ciencia agroecológica. La distancia entre los hallazgos científicos de la agroecología, y su puesta en marcha en la producción, es cada vez más grande;*

b) *La noción de que el espacio de producción donde se realizan los diferentes procesos de la transición, es un espacio absoluto, vacío de relaciones sociales, enfocado al cambio tecnológico de manera abstracta y desconectado del espacio social donde suceden procesos totalmente fuera de sintonía con las necesidades del cambio tecnológico.*

La reorganización de la mano de obra, o su carácter explotador por ejemplo, tema central en la organización de las unidades de producción agroecológica, es un tema olvidado en los estudios de la transición en Latinoamérica. En este campo, un grupo de investigadores franceses propugnan desde hace algunos años el entendimiento del papel del trabajo en un cambio de paradigma productivo, especialmente en sus mutaciones técnicas, o, los efectos de los circuitos cortos en las técnicas de producción ecológicas, en fin, el papel del trabajo en las distintas relaciones que tiene con la construcción de una agricultura durable. Ante el profundo cambio que se avecina en la agricultura, la comprensión del trabajo en este cambio se ha convertido en un nudo ciego que debemos desenredar (BEGUIN *et al*, 2011). Desde una perspectiva de la teoría crítica, el carácter explotador del trabajo en la producción agroecológica, y su papel en la transición, está prácticamente inexplorado (GUADARRAMA-ZUGASTI, 2018).

En la Tabla 1, se ofrece una síntesis del desarrollo de los conceptos utilizados en la transición agroecológica desde 1985 hasta 2017, donde el trabajo de Elzen *et al.* significa

² Observaciones de campo 2017-2019 en la región central de Veracruz, México, en áreas donde se sustituyó la selva baja caducifolia en un clima cálido seco, y se sembraron cientos de hectáreas de un cultivar de café Robusta bajo las prácticas intensivas mencionadas arriba.

una ruptura con la tradición teórica de los estados y niveles (ver nota 5 a pie de página) y presenta un conjunto de trabajos que configuran la nueva epistemología de la agroecología concebida en Europa, representada por lo que llamamos el grupo de Wageningen, y que no tiene que ver ya con los principios, métodos y conceptos elaborados por la agroecología clásica fundada en los años 80 del siglo XX.

Tabla 1. Desarrollo de los enfoques de la transición agroecológica.

Autores	Descripción
Hill (1985) Paddel <i>et al</i> (2018)	<ul style="list-style-type: none"> - incremento de la eficiencia - sustitución - rediseño <p>*en el caso de Hill, a cada uno de estos componentes les llama <i>soluciones</i></p>
MacRae <i>et al</i> (1990)	<ul style="list-style-type: none"> - incremento de la eficiencia - sustitución - rediseño
Gliessman (1998, 2018)	<ul style="list-style-type: none"> Nivel 1: reducción de uso de agroquímicos e incremento de la eficiencia en su uso Nivel 2: sustitución de insumos químicos por insumos orgánicos y prácticas alternativas Nivel 3: rediseño del agroecosistema Nivel 4: conexión de los productores con los consumidores Nivel 5: construir un nuevo sistema alimentario global
Elzen <i>et al</i> (2017)	<ul style="list-style-type: none"> - la transición ya no es campo exclusivo de los agroecólogos - convertir nichos agroecológicos en regímenes agroalimentarios - cambios multilineales y escalares - sinergias entre la agroecología dura, la bioeconomía³, y el desarrollo sostenible

De hecho, en las referencias bibliográficas citadas en los trabajos en este libro, están prácticamente ausentes los considerados fundadores de la Agroecología como disciplina

³ “La bioeconomía construye puentes entre la biotecnología y la economía así como entre la ciencia, la industria y la sociedad” (Aguilar *et al*, 2019, p. 1). La anterior cita, junto con la introducción del concepto de bioeconomía en el simposio internacional de agroecología de la FAO en 2014, significa una ruptura epistemológica no solo con el enfoque evolutivo de la transición, sino también con uno de los principios fundamentales de todas las agriculturas alternativas: la no aceptación de la ingeniería genética en el diseño de agroecosistemas y sistemas alimentarios sostenibles.

científica, y ya en la primera línea se lee: “Hacia el año 2010, el campo de los ‘estudios de la transición’ se empezó a constituir **como una verdadera comunidad de investigación** con el advenimiento de la Red de Investigación en Transiciones Sostenibles” (p. 1 énfasis propio). Es decir, el trabajo realizado por la red mundial de agroecólogos desde los años 80 del siglo XX, a la fecha, es ajeno a un libro de más de trescientas páginas sobre la agroecología y sus posibilidades de transición.

En la tercera columna de la Tabla 1, se señalan los cinco niveles de la transición planteados por el Dr. Gliessman, y como se dijo arriba, son ampliamente reconocidos y utilizados como guía de políticas públicas y privadas para la construcción de la agricultura sostenible por todo tipo de grupos de interés, desde organizaciones sociales hasta políticas nacionales como la que implementó Brasil entre los años 2000-2014 (CAPORAL, 2009). Estos niveles son bastante explicativos por sí mismos, y el autor agrega dos consideraciones en 2018: los tres primeros niveles conciernen más a las decisiones del agricultor dentro de su margen de autonomía, y los dos últimos (4 y 5) a cambios en los sistemas sociales y alimentarios; todos estos niveles transforman el sistema alimentario en su totalidad de forma gradual. Como se mencionó arriba, este enfoque fundacional tiene varias desventajas que ya se han señalado arriba por Paddel, Schmitt y quienes esto escriben, por lo que en lo que sigue, ponemos a discusión algunos conceptos que pueden ayudar a la explicación y abordaje metodológico de las particularidades y paradojas que se presentan en la enorme diversidad de sistemas de producción, así como las barreras e incentivos a los que se enfrenta el cambio de un paradigma productivo.

Procesos en la transición agroecológica

El trabajo de Toleubayev *et al* (2011) inicia con un párrafo revelador:

Este trabajo explora una extraña paradoja. Tras la caída del sistema Soviético, Kazakhstan se incorporó vigorosamente a un mundo que valoriza altamente la agricultura sostenible y el control de plagas ecológicamente amigable. En este proceso de incorporación, sin embargo, el país abandonó un sistema bien establecido de manejo integrado de plagas (IPM) y cambió a uno totalmente dependiente del uso de plaguicidas. (p. 350).

La paradoja a que se refiere este grupo de investigadores, desentraña claramente la principal debilidad del enfoque evolutivo en su asunción unilinear, positiva y teleológica.

La paradoja es en realidad el resultado de un proceso en lugar de un esperado cambio de nivel en la transición. Y los procesos, como resultado de un cambio continuo, producto de diversas convergencias socio-históricas, expresan diferentes formas y grados de desarrollo no necesariamente secuenciales, mismos que se pueden constatar empíricamente tanto en el desarrollo agrícola, como especialmente en nuestro caso la transición agroecológica. Dentro de la categoría conceptual de *proceso*, proponemos un conjunto de nociones que asociadas a la propuesta amplia de la idea de la transición, pueden ayudar a particularizar y singularizar la diversidad de condiciones que enfrentan las/los agricultores, y entender cómo poner en movimiento estas condiciones hacia una mayor equidad social, ambiental y económica. Abajo presentamos estas nociones, no necesariamente en orden de importancia, sino en grupos que abarcan procesos relacionados en el desarrollo de la agricultura alternativa y que aplicados a casos concretos funcionarían como rutas metodológicas:

- a) TRANSICIÓN/CONVERSIÓN/COEXISTENCIA
- b) UMBRAL/RUPTURA/CONSOLIDACIÓN/EXPANSIÓN
- c) AVANCE/ESTANCAMIENTO/RETROCESO/RESTAURACIÓN

Ya en la introducción de este trabajo propusimos la distinción TRANSICIÓN/CONVERSIÓN, y sólo agregaremos aquí que las connotaciones que dan al concepto de transición las diferentes corrientes de pensamiento de las ciencias sociales, aumenta el grado de complejidad para la explicación de los cambios en las formas de producción. Una corriente de pensamiento ausente en los autores revisados aquí, la crítica de la economía política, no utiliza este término para dar cuenta de los grandes cambios sociales que analiza y se basa fuertemente en el concepto de proceso, el cambio continuado, producto de relaciones sociales en diferentes contextos históricos siempre cambiantes y no replicables. Una primera contribución a este tipo de análisis la hace el mismo grupo de Toulebayev (2010), al proponer la construcción de una teoría del *proceso de trabajo en la agricultura* como eje de análisis para explicar las vicisitudes del cambio agrícola en la era del postsocialismo, y que sería aplicable a los estudios de la transición.

En cuanto a la COEXISTENCIA, implica que no tenemos que decidir si nos encontramos en medio de un determinado y único proceso, sino que en la misma unidad de producción, por ejemplo, podemos encontrar diferentes formas de desarrollo de diferentes procesos, coexistiendo en tiempo y espacio en formas incluso contradictorias. Las tipologías de agricultores y agriculturas nos ayudan a identificar un sinnúmero de formas

híbridas de producción donde pueden converger la agricultura transgénica, la convencional o la orgánica. Las formas puras son, en el mejor de los casos, una rareza, y en forma general, una abstracción instrumental al análisis.

- UMBRAL: “La idea de puntos de inflexión o umbrales críticos y fronteras se deben tener en cuenta cuando nos disponemos a estudiar un sistema socio-ecológico. Los umbrales se definen como transiciones no lineales en el funcionamiento de los sistemas socio-ambientales acoplados. El umbral es la zona de transición entre dos estados.” (RATHE, 2017, p. 69).

En la literatura de la transición se ha considerado el umbral como un valor que define la diferencia entre lo sostenible y lo no sostenible y un punto crítico a trabajar en el proceso de transformación del sistema de producción (BLANDI *et al*, 2015). Un valor umbral es un indicador clave de la sostenibilidad.

Para los propósitos de este trabajo, un *umbral de transición agroecológica* define el conjunto de condiciones en el que se encuentra un grupo de agricultores en diferentes escalas espaciales, que les permitan cambiar de estado en el manejo de sus sistemas de producción. Este cambio de estado no significa necesariamente que será hacia una situación de mayor sostenibilidad. Un umbral de transición puede especificar, condiciones de avance, pero también de estancamiento o regresión. Una idea más o menos fija en la literatura temprana de la sostenibilidad y la transición, es que cualquier medida de cambio conduce, en cualquier contexto socio-político a un mejoramiento de la sostenibilidad del sistema productivo. Se han documentado diferentes paradojas en la transición que señalan la necesidad de entender este umbral. Es preciso comprender el conjunto de condiciones específicas en que viven los agricultores como parte de un diagnóstico para la intervención, antes de intentar un enfoque evolutivo de la transición en grupos y regiones que no se ajustan a sus componentes y linealidad, ya sean estos explícitos o implícitos.

- RUPTURA: La ruptura de forma genérica, se puede ver como el abandono de un viejo orden de cosas para iniciar uno nuevo. La ruptura funciona tanto como avance que como retroceso o regreso a la forma anterior del estado de cosas. Cuando un agricultor decide cambiar sus prácticas hacia la agroecología, pasa de un umbral a un momento de ruptura. El trabajo de Paddel y colaboradores (2018) lo describe bien al mencionar la respuesta de

un agricultor entrevistado en relación a su decisión de hacer agricultura orgánica: “el paso más grande y difícil es empezar”. Inversamente, la ruptura que sucede al abandonar la agricultura orgánica tiene una gran variedad de razones aducidas por los agricultores cuestionados en diferentes investigaciones, razones que van desde la falta de apoyo por políticas públicas, los precios, la no disponibilidad de tecnologías aunque existan, hasta el prestigio como agricultor en la comunidad. La ruptura en cualquier sentido, es poco estudiada y poco comprendida, y se le ha encasillado en motivaciones de mercado y productividad, soslayando identidades, relaciones de poder, conciencia de clase, y subjetividades individuales y de grupo de toda suerte incluyendo las creencias religiosas, cuya influencia en el desarrollo rural es cada vez más fuerte. El abandono de las prácticas agroecológicas por otra parte, no es algo atractivo al agroecólogo; dejar una práctica que se supone salvará al mundo es un hecho difícil de asimilar y tiende a ignorarse; sin embargo, hay una literatura emergente sobre el tema (veáse por ej. Madelrieux y Alaine-Mornas, 2013), la cual es clave para entender la transición.

- CONSOLIDACIÓN Y EXPANSIÓN: De acuerdo a las estadísticas de FiBl e IFOAM (WILLER, LERNOUD 2018), la consolidación y expansión de la agricultura orgánica tiene una perspectiva optimista: con información de 178 países se muestra un crecimiento constante de la superficie cultivada orgánicamente, aumento en el consumo de productos orgánicos, constante aumento del valor de estos productos en los mercados globales, y avances impresionantes de países en sus porcentajes de tierra cultivada orgánicamente como Liechtenstein (37,7 %) y Polinesia Francesa (31,3 %), p. 22. Globalmente, había en 2016, siguiendo con este reporte, 57,8 millones de hectáreas de tierra con agricultura orgánica incluyendo las áreas en conversión. Sin embargo, en el mismo reporte se lee, que esta cantidad sólo representa el 1,2 % de la tierra cultivada orgánicamente en el mundo. Esto se debe a la diferencia entre porcentajes relativos y porcentajes absolutos. En términos absolutos, la agricultura orgánica ha venido creciendo de una manera sostenida, y se puede afirmar de varios países, especialmente del Norte Global, que han consolidado la producción, consumo y mercado de los alimentos orgánicos. Por ejemplo, el país con más alto consumo orgánico per cápita es Dinamarca (p. 24). Pero en términos relativos y absolutos, el 98 % restante de la superficie agrícola del mundo se cultiva convencionalmente, y ha crecido mucho más rápido que la agricultura orgánica. Su dominio en el campo es absoluto, aunque el discurso de la sostenibilidad sea dominante

en las distintas agendas de los países y organismos internacionales. No hace falta reiterar aquí que los problemas asociados con la agricultura convencional continúan y se agudizan. La lucha contra los agroquímicos y el daño que causan a la sociedad es irrenunciable, pero el excesivo optimismo en el crecimiento de lo alternativo sin atender la velocidad destructiva de los nuevos monocultivos ejerce una ilusión que se vuelve peligrosamente distractiva. La concepción de la transición está relacionada con este doble juego. El centro de la discusión ahora mismo en la Agroecología es como expandirla o amplificarla, pero no conocemos propuestas claras y contundentes de estas mismas agencias, países y autores, para regular el crecimiento de áreas con monocultivos que crean un desarrollo que va dejando una pila de escombros, producción con destrucción (GORDILLO, 2017), ambiental, social y espiritual. La transición agroecológica debe dejar de centrarse en sí misma, y poner atención a los procesos que pasan al lado y la relación determinante que tiene con estos. Por otro lado, a partir de la inclusión de la intensificación ecológica (TITTONELL, 2014) como concepto central en la nueva era que se vive en la agroecología, se necesita una discusión epistemológica profunda. Por ejemplo, aquí sugerimos que la Ecología como base epistemológica de la Agroecología que emerge en el siglo veintiuno, ha dejado de tener la relevancia que tuvo en sus orígenes o ha cambiado su posición de importancia frente al surgimiento de nuevas categorías conceptuales. Las nuevas epistemologías agroecológicas, marcarán, sin duda, la dirección, vía y ritmo, de un desarrollo rural alternativo, o, tal vez de formas de agricultura convencional que aún no conocemos, y de los procesos que vayan a regir esta transición.

-AVANCE/ESTANCAMIENTO/RETROCESO/RESTAURACIÓN: este grupo de procesos engloban a los descritos en la sección anterior y tratan de mostrar de una manera sencilla, las aparentes paradojas y contradicciones de una visión lineal, y resumen las observaciones que hemos señalado arriba. Para el efecto tomamos como ejemplo la transición a diferentes tipos de agricultura en dos países, Cuba y Kazakstan y presentamos dos diagramas con una serie de momentos históricos que caracterizan las transiciones y los modelos de producción agrícola que se han generado en estos países. Estos diagramas (FIG.1) tienen un alto grado de generalización (haciendo abstracción del proceso de COEXISTENCIA para propósitos analíticos). El proceso de ESTANCAMIENTO ya lo mencionamos arriba al referirnos a la permanencia por largo tiempo de la sustitución de

insumos químicos por orgánicos en México, y la no visualización de un UMBRAL que nos indique un cambio de proceso en cualquier sentido.

La experiencia de Cuba, está basada en el libro “Transforming Food Production in Cuba” Funes *et al* Eds. (2002), considerado un clásico al hablar de la transición a la agricultura orgánica a escala país, en un corto período de tiempo. La de Kazasktan, en el ya mencionado trabajo de Toulebayev *et al* (2011).

La primera parte del diagrama muestra el paso a diferentes modos de hacer agricultura que corresponden a diferentes períodos históricos: antes de la *Revolución* (1959), Cuba tenía una agricultura convencional con cultivos tropicales de exportación, la caña de azúcar el más importante, y una cantidad no relevante de cultivos básicos para la autosuficiencia del país. Consumada la *Revolución*, la caña de azúcar pasó de ser el cultivo de exportación más importante, a ser el eje de la política económica del país. La meta de la zafra de 1960, de alcanzar la producción de diez millones de toneladas métricas de azúcar, convirtió a Cuba probablemente en el país con la extensión de monocultivo más grande del mundo. Se consolidó un modelo de agricultura socialista de altos insumos.

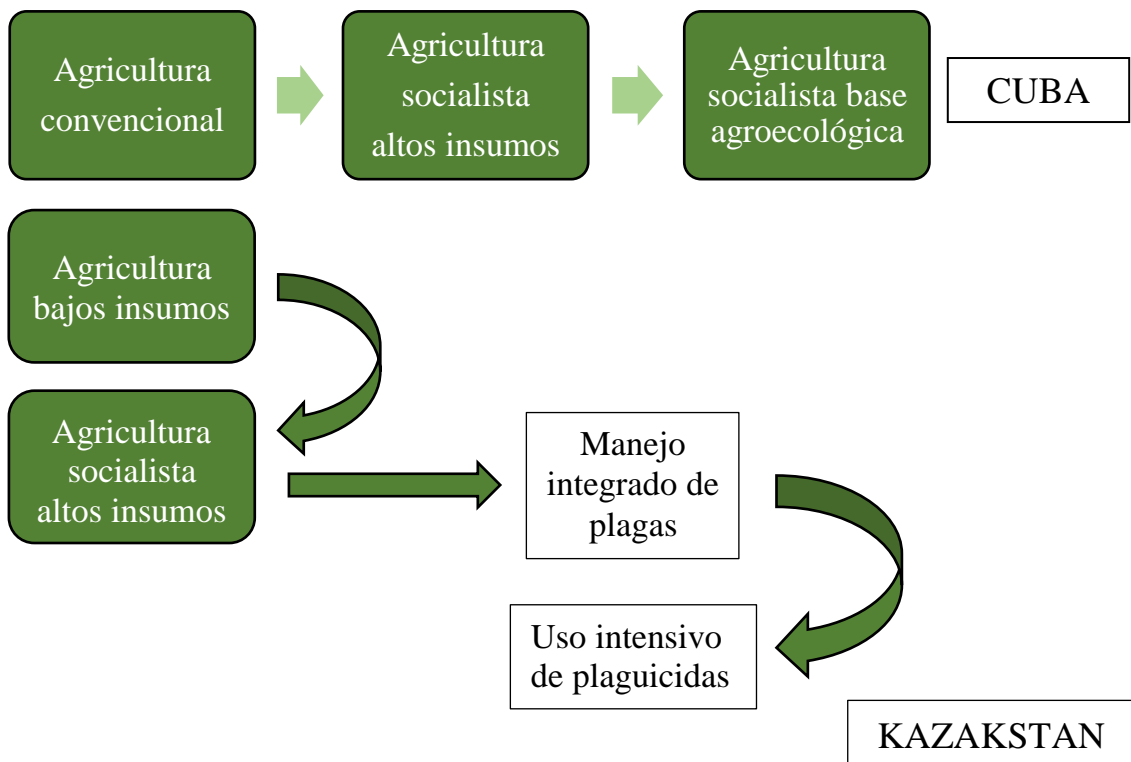


Figura 1. Procesos lineares y no lineares en la transición agroecológica: ejemplos de Cuba y Kazasktan.

Con la caída del bloque socialista en 1989, se cortó el suministro de energía fósil al país por parte de la Unión Soviética, y se entró en el llamado *período especial*, donde la escasez de petróleo exigía soluciones radicales para un país sometido a un cruel bloqueo económico. Ante la falta de petróleo para los insumos de la agricultura socialista, estaba preparado el umbral para entrar a un proceso de agricultura de bajos insumos. Cuba desarrolló en muy corto tiempo, una agricultura socialista de base agroecológica que se ha promovido como el mejor ejemplo de las posibilidades reales de un cambio a gran escala. Para nosotros, y a riesgo de ser esquemáticos, la experiencia cubana muestra el desarrollo unilinear de diferentes procesos de la transición, producto de una peculiar coyuntura histórica, que devinieron en la llamada revolución agroecológica. Pero esta revolución, este desarrollo unilinear, es más bien un proceso único, resultado de la conjunción y coincidencia de eventos históricos no replicables. La evolución unilinear aquí, es un caso particular de los procesos contradictorios de la transición.

En la segunda parte de la Figura 1, referida a Kazakstan, país de Asia Central que antes de formar parte de la Unión Soviética practicaba una agricultura de bajos insumos, ingresó al modelo de intensificación convencional de la nueva agricultura socialista. Pocos años antes de caer el bloque soviético, y ya en la época del deshielo de la guerra fría, el país se abrió a la nueva corriente ambientalista que ya recorría el mundo. Para mediados de los 80 del siglo pasado, dicen los autores, Kazakstan había consolidado un programa de manejo integrado de plagas con reducción de agroquímicos y el uso del control biológico, elementos que apuntaban a la posible formación de una agricultura de base agroecológica. Pero otra vez, la caída del bloque soviético dio paso en pocos años también a la llegada de las grandes corporaciones y con ellas el uso de plaguicidas en grandes cantidades para las nuevas necesidades de la globalización. El mismo proceso histórico, la caída del bloque socialista, dio resultados completamente diferentes en los procesos de transición. Mientras en Cuba animó una revolución agroecológica, en Kazakstan, provocó un **RETROCESO** a los avances logrados con el manejo integrado, y una **RESTAURACIÓN** del modelo basado en agrotóxicos pero esta vez exacerbado.

Consideraciones finales

Hemos intentado mostrar las limitaciones de un enfoque para la transición agroecológica. Este enfoque ha sido muy útil para la construcción de la agroecología especialmente en su fase inicial. El hecho de que siga siendo un guía práctica para muchos agroecólogos, organizaciones no gubernamentales, organizaciones sociales, políticas públicas, en la educación ambiental y en muchas otras áreas relacionadas, es un reconocimiento a su importancia, influencia y definición de la práctica agroecológica. Pero sus inconsistencias y lagunas explicativas empiezan a ser cada vez más evidentes, y el hecho de que sus postulados hayan tenido muy pocas variaciones desde 1985, indican la necesidad de aires de renovación. Ofrecemos aquí una contribución señalando nuevos conceptos, líneas de trabajo y avenidas del pensamiento que puedan ayudar a construir una mirada crítica de la Agroecología desde adentro. Reconocemos al mismo tiempo, la inmensa contribución de los pioneros del campo, de los cuáles somos sin duda discípulos.

Referencias

- AGUILAR, A.; TWARDOWSKY, T.; WOHLGEMUT, R. Bioeconomy for sustainable development. **Biotechnology Journal**, v. 14, n.8, p. 1–11, 2019.
- BEGUIN, P.; DEDIEU, B.; SABOURIN, E. **Le travail en agriculture: son organization et ses valeurs face à l'innovation**. Paris, LE HARMATTAN, 300 p.
- BLANDI, M. *et al.* Evaluación de la sustentabilidad de la incorporación del cultivo bajo cubierta en la horticultura platense. **Revista de la Facultad de Agronomía**, v. 114, n. 2, p. 251–264, 2015.
- CAPORAL, F. Em defesa de um plano nacional de transição agroecológica. *In*: SAUER, S.; BALESTRO, M. I (Orgs.) **Agroecologia e os desafios da transição agroecológica**. Sao Paulo, Expressão Popular, 2009. p. 267–311.
- ELZEN, B. *et al.* (Eds.) **Agroecological transitions. Changes and breakthroughs in the making**. Wageningen University and Research, 2017. 302 p.
- FUNES, F. *et al.* **Transforming Food Production in Cuba**. FOOD FIRST BOOKS, Oakland, 2002. 307 p.
- GLIESSMAN, S. R. **Agroecology. Ecological processes for sustainable agriculture**. Chicago, SLEEPING BEAR PRESS, 1998. 305 p.
- GLIESSMAN, S. R.; ROSEMEYER, M. (Eds.) **The conversion process to sustainable agriculture. Principles, processes, and practices**. Boca Raton, Florida, CRC PRESS, 2010. 354 p.

- GORDILLO, G. On the destructive production of food: some lessons from South America. **Journal of Political Ecology**, v. 24, n. 1, p. 716–800, 2017.
- GUADARRAMA-ZUGASTI, C. **Agroecology and capitalism: political economy of alternative agriculture**. Oral Presentation. Political Ecology Network Biennial Conference (Pollen 18), 20-22 June, Oslo, Norway, 2018.
- HLPE. **Agroecological and other innovative approaches for sustainable agriculture and food systems that enhance food security and nutrition**. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security, Rome, June, 2019. 13 p.
- IPES-Food. **Breaking away from industrial food and farming systems: Seven case studies of agroecological transition**, 2018. 110 p.
- HILL, S. B. Redesigning the food system for sustainability. **Alternatives**, v. 12, p. 32–36, 1985.
- MACRAE, R. J. *et al.* Farm-scale agronomic and economic conversion from conventional to sustainable agriculture. **Advances in agronomy**, v. 41, p. 155–198, 1990.
- MADELRIEUX, S.; ALAVOINE-MORNAS, F. Withdrawal from organic farming in France. **Agronomy for sustainable development**, 33, n. 3, p. 457–468, 2013.
- MENDEZ, R. J. El Monocultivo del Aguacate en Michoacán: Un desarrollo paradójico en la meseta Purépecha. **Tesis Doctoral. Doctorado en Ciencias en Desarrollo Rural Regional, Universidad Autónoma Chapingo, México**, enero 2019, p. 195.
- RATHE, L. La sustentabilidad en los sistemas socio-ecológicos. **Utopía y Praxis Latinoamericana**, v. 22, n. 78, p. 65–78, 2017.
- SCMITT, C. Transição agroecológica e desenvolvimento rural: um olhar a partir da experiência brasileira. *In*: SAUER, S.; BALESTRO, M. I (Orgs.) **Agroecologia e os desafios da transição agroecológica**. Sao Paulo, Expressão Popular, 2009, p. 177–203.
- TITTONELL, P. Ecological intensification of agriculture—sustainable by nature. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 8, p. 53–61, 2014.
- TOLEUBAYEV, K.; JANSEN, K.; van HUIS, A. From Integrated Pest Management to Indiscriminate Pesticide Use in Kazakhstan. **Journal of Sustainable Agriculture**, v. 35, p. 350–375, 2011.
- TOLEUBAYEV, K.; JANSEN, K.; van HUIS, A. Knowledge and agrarian de-collectivization in Kazakhstan. **Journal of Sustainable Agriculture**, v. 37, n. 2, p. 353–377, 2010.
- WILLER, H.; LERNOUD, J. **The world of organic agriculture. Statistics and emerging trends 2018**. FiBL, Frick, Switzerland, Bonn, Germany, 2018. 354 p.

Capítulo 3

Contribuição do uso de insumos alternativos para o manejo de pragas na agricultura e seu reflexo na saúde ambiental

Madelaine Venzon, Pedro Henrique Brum Togni, Maria Augusta Pereira Lima, Fernanda Pereira Andrade, Mayara Loss Franzin, Jéssica Mayara Coffler Botti, Gabriel Martins Pantoja

Introdução

Um dos principais desafios da produção agrícola mundial está relacionado à incidência de insetos e ácaros fitófagos que podem tornar-se pragas. Esses organismos geralmente causam danos, sejam eles diretos ou indiretos às lavouras de pequenos a grandes produtores. Em resposta a isso, a indústria está em constante desenvolvimento de uma série de inseticidas químicos sintéticos visando a uma rápida mortalidade de seus alvos biológicos. O uso constante desses produtos é acompanhado diretamente pela evolução da resistência de insetos e ácaros aos diferentes princípios ativos, tornando esse modelo industrial insustentável de várias formas em longo prazo. Ainda mais preocupante é o fato de que o uso de inseticidas sintéticos também apresenta um sério risco à saúde humana e ambiental, afetando, por exemplo, diversos organismos não-alvo como predadores, parasitoides e polinizadores (ALTIERI, 1999; BASS *et al*, 2015; UN, 2017). Isso implica que serviços ecológicos relevantes para a produção agrícola, como o controle biológico e a polinização, podem ser diretamente afetados.

Devido a esses problemas, as Nações Unidas publicaram recentemente um relato especial indicando que o uso de inseticidas sintéticos, além de infringir os direitos humanos a uma alimentação saudável e a um meio ambiente equilibrado, é também uma das principais causas de perda de biodiversidade no mundo (UN, 2017). Esse mesmo documento aponta que a alternativa mais viável para sanar esses problemas e construir uma agricultura sustentável em longo prazo é a adoção de práticas e sistemas agroecológicos que priorizem o uso de interações ecológicas em substituição aos produtos sintéticos. Na legislação brasileira, sistemas agroecológicos podem ser incluídos na categoria de sistemas orgânicos, desde que atendam aos requisitos estabelecidos para certificação como tal e de acordo com a Lei n° 10.831, de 23/12/2003. Isso representa

uma importante oportunidade para que as mudanças no processo produtivo sejam amparadas pela legislação vigente e pelas políticas de estado. Por isso, a pesquisa científica relacionada ao manejo de pragas deve ter um papel central na geração de tecnologias de baixo impacto ambiental e na biodiversidade.

Para o manejo de pragas em sistemas orgânicos agroecológicos, são priorizadas estratégias preventivas. Inicialmente, deve-se planejar o desenho da propriedade de modo a favorecer os processos naturais e a atuação da biodiversidade local. Isso pode ser realizado pelo incremento da diversidade de plantas em diferentes escalas e pelo uso de estratégias como sistemas agroflorestais, consórcio de culturas, barreiras de vegetação, conservação da vegetação nativa e manutenção de áreas de pousio (ZEHNDER *et al*, 2007; SUJII *et al*, 2010). Contudo, em algumas situações, como no processo de transição agroecológica, as estratégias preventivas podem não ser suficientes para conter possíveis surtos populacionais. Nesse caso, podem ser empregadas técnicas curativas como a liberação de inimigos naturais e o uso de insumos alternativos, como as caldas fitoprotetoras e os extratos de plantas (ZEHNDER *et al*, 2007; VENZON *et al*, 2015). O uso destes produtos é previsto e permitido pela legislação vigente. Ainda assim, vale ressaltar que essa é uma estratégia que deve ser utilizada com cautela, pois cada calda fitoprotetora e extrato de planta possui recomendações específicas de uso para evitar possíveis impactos na biodiversidade e no meio ambiente. Neste capítulo serão apresentados alguns insumos alternativos aos convencionais, cuja pesquisa tem demonstrado eficiência técnica e praticabilidade de uso pelos agricultores. Além da eficiência, esses produtos foram selecionados devido às características como a baixa toxicidade, o baixo impacto ambiental, a produção com materiais oriundos da propriedade ou de fácil aquisição e de custo reduzido e a facilidade na preparação e aplicação. Também serão destacadas algumas limitações e cuidados de uso de alguns produtos, de acordo com a legislação vigente.

Legislação vigente e registro de produtos

A Instrução Normativa (IN) n° 46, de 06 de outubro de 2011, alterada pela IN n° 17/2014 e pela IN n° 35/2017 dispõe e atualiza constantemente uma lista de substâncias e insumos que podem ser utilizados em sistemas orgânicos de produção, incluindo para o manejo de pragas, onde são apresentadas as formas permitidas de uso de cada substância

listada bem como suas limitações de uso. De acordo com essa lista, extratos e outros preparados de plantas utilizados na alimentação humana poderão ser utilizados livremente em partes comestíveis das plantas cultivadas. Já extratos e preparados de plantas não utilizadas na alimentação humana só poderão ser utilizados em partes comestíveis de plantas cultivadas mediante estudos prévios que comprovem a inocuidade à saúde humana e aprovação pelos Organismos de Avaliação da Conformidade Orgânica (OAC) ou Organizações de Controle Social (OCS). Os extratos de fumo, piretro, rotenona e nim para uso em qualquer parte da planta, deverão ter seu uso autorizado pelo OAC ou OCS. O uso da nicotina pura é proibido. O uso de enxofre, calda bordalesa e calda sulfocálcica também deve ser autorizado pela OAC ou OCS. Não há recomendações ou restrições para o uso de sabão e detergentes neutros.

Esses produtos visando especificamente o manejo de pragas em sistemas orgânicos que serão comercializados devem ser registrados como “produto fitossanitário com uso aprovado para a agricultura orgânica”. Contudo, de acordo com o disposto na Lei 10.831 de 23 de dezembro de 2003 que posteriormente foi regulamentada pelo Decreto 6.323 de 27 de dezembro de 2007, os insumos utilizados na agricultura orgânica devem ser objeto de registro diferenciado que garanta a simplificação, priorização e agilidade no processo de registro. Isso implica que existem mecanismos próprios para a regulamentação de produtos comerciais especificamente para o manejo de pragas em sistemas orgânicos de produção. Esses produtos devem ser registrados a partir do estabelecimento de especificações de referência para cada tipo de produto.

Essas especificações são estabelecidas pelo Ministério da Agricultura em conjunto com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Resumidamente, são avaliadas as características de cada produto, suas interações no local de liberação, eficiência agrônômica, impacto no meio ambiente e na vida silvestre, impacto em organismos não alvo e os potenciais riscos à saúde humana, além de informações quanto à viabilidade de produção desses produtos e parâmetros de controle de qualidade. A partir disso são elaboradas as indicações de uso, formas de uso, alvos biológicos e culturas que são permitidos o uso de determinado produto. Essas informações podem ser obtidas a partir de dados disponíveis na literatura técnica e científica, o que reduz significativamente o custo de registro desses produtos. Nota-se então que a solicitação de estabelecimento da especificação de referência deve preceder o registro do produto. Portanto, é importante

que produtores, técnicos, extensionistas e pesquisadores estejam atentos a legislação vigente e suas atualizações para realizarem as recomendações e utilizarem os produtos comerciais ou não de forma adequada.

Extratos vegetais

Nesta seção serão tratadas, de forma resumida, as principais características de extratos vegetais utilizados no Brasil para o manejo de pragas em sistemas orgânicos e seu reflexo na saúde ambiental. Serão apresentadas informações sobre as plantas mais utilizadas e pesquisadas para o controle de pragas: nim, rotenona e piretro. Outras plantas que têm sido pesquisadas para o controle de pragas no Brasil são apresentadas no Quadro 1, assim como seus efeitos em inimigos naturais, quando disponíveis. Este levantamento foi realizado com base em dados da literatura técnica e científica, mas os critérios de inclusão de determinado extrato vegetal levaram em consideração a disponibilidade de material bibliográfico e os relatos de agricultores (as) durante a realização de pesquisas participativas e em espaços de extensão e trocas de saberes.

Nim

O nim, *Azadirachta indica*, é uma meliácea que possui em suas sementes, na casca e nas folhas, a azadiractina, composto responsável pelos efeitos tóxicos aos artrópodes. Cerca de 400 espécies de insetos e ácaros foram relatadas como suscetíveis a diferentes concentrações e formulações de produtos à base de nim (KOUL, WAHAB, 2004). As azadiractinas possuem largo espectro de ação contra insetos desfolhadores e pragas de grãos armazenados e agem sistemicamente na planta. Além disso, outras características são: a ausência de resistência pelas populações de insetos, devido à mistura de ingredientes ativos; a baixa toxicidade aos mamíferos; a ausência de resíduos tóxicos nos alimentos; e a disponibilidade de matéria prima, uma vez que a árvore do nim pode ser cultivada em solos pobres, é resistente à seca e sua madeira pode ser explorada comercialmente (SCHMUTTERER, 1990; KOUL, WAHAB, 2004; SINGH *et al*, 2008). Apesar do grande potencial do nim, assim como o de outros extratos, o seu uso deve ser embasado em recomendações técnicas, levando-se em consideração a eficiência, seletividade aos inimigos naturais, impacto no meio ambiente e a fitotoxicidade.

O modo de ação dos produtos à base de nim sobre os insetos é diferente da maioria dos inseticidas convencionais, pois não causam a morte imediata das espécies alvo. A azadiractina, além de outros componentes minoritários do nim, como nimbina e salanina, são fortes deterrentes alimentares. Esses limonóides promovem uma redução dos movimentos das paredes do intestino, resultando na morte do inseto por inanição (SINGH *et al*, 2008). As azadiractinas também atuam no sistema hormonal dos insetos, bloqueando a liberação dos hormônios responsáveis pela biossíntese da ecdise, impedindo as etapas normais da troca de muda. Além disto, podem inibir a maturação dos ovos dos insetos e afetar a reprodução interferindo na síntese e captação de vitelogenina, proteína precursora de nutrientes para os embriões, resultando na redução da fecundidade e esterilidade. Outros efeitos como alterações no comportamento, repelência, atraso no desenvolvimento e mortalidade também foram descritos por Mordue e Nisbet (2000) e Singh *et al* (2008).

Algumas espécies de inimigos naturais são menos suscetíveis ao nim devido ao seu comportamento e fisiologia (SCHMUTTERER, 1997; AKOL *et al*, 2002). No entanto, a seletividade do nim está diretamente relacionada à concentração e às formulações empregadas (MOURÃO *et al*, 2004; SILVA, MARTINEZ, 2004; VENZON *et al*, 2007; VENZON *et al*, 2008a). Os efeitos negativos do nim sobre predadores podem ser atenuados através da utilização de concentrações mais baixas dos produtos (VENZON *et al*, 2016). Análises sobre o efeito do nim em organismos não-alvo, como os polinizadores, são fundamentais para garantir que, diferentemente dos inseticidas sintéticos, o desenvolvimento de produtos derivados de plantas (comerciais ou caseiros) apresentem o menor impacto ambiental possível. Nesse sentido, as abelhas podem ser prejudicadas devido ao contato direto ou indireto com culturas tratadas com produtos à base de nim. Efeitos diretos podem surgir em virtude da ingestão de pólen e néctar contaminados após as pulverizações, e indiretos podem ser consequência de alterações nos voláteis liberados pelas plantas devido à exposição a esses produtos.

Para que sejam utilizados de forma eficaz, os insumos alternativos devem ser seletivos às populações de abelhas que visitam as culturas pulverizadas. A maioria dos trabalhos que avaliou efeitos de insumos alternativos em abelhas foi realizada com operárias e larvas de abelhas melíferas (*Apis mellifera*). Porém, estudos recentes com outras espécies de abelhas sociais e solitárias têm demonstrado que a suscetibilidade a esses produtos varia de acordo com a espécie, rota de exposição, estágio de

desenvolvimento durante o qual as abelhas são expostas e concentrações estudadas (Quadro 2). Diferentes espécies de abelhas sem ferrão (Apidae: Meliponini), por exemplo, podem apresentar variação na suscetibilidade ao nim (XAVIER *et al*, 2010; BARBOSA *et al*, 2015; BERNARDES *et al*, 2017a). Portanto, uma análise criteriosa do uso desses produtos deve incluir o levantamento das principais espécies de abelhas visitantes das culturas e a realização de testes toxicológicos em indivíduos em diferentes estágios de desenvolvimento. Esses estudos devem incluir não só avaliações de toxicidade aguda, como também pesquisas sobre efeitos subletais dos produtos sobre a fisiologia e comportamento desses polinizadores.

A eficiência dos produtos à base de nim no controle de pragas, assim como a seletividade aos inimigos naturais e aos polinizadores, está relacionada à espécie de artrópode, à dose e às formulações empregadas (VENZON *et al*, 2008a; 2016). É importante também considerar o modo de ação mais lento desses produtos em relação aos produtos convencionais, sendo, portanto, necessário um tempo maior para verificar a ação tóxica sobre as pragas e doenças. Entretanto, vale ressaltar que é necessária uma avaliação sistêmica de todos esses componentes para garantir uma aplicação segura e ao mesmo tempo eficiente de produtos caseiros ou comerciais à base de nim.

Rotenona

A rotenona é um inseticida botânico extraído de diferentes partes de plantas dos gêneros *Tephrosia*, *Lonchocarpus* e *Derris*, sendo comumente utilizada em preparações caseiras em diversos países tropicais. No Brasil, tradicionalmente são utilizadas plantas conhecidas como timbó que pertencem ao gênero *Derris*, com destaque para *Derris urucu* e *Derris amazônica* (Fabaceae) (ISMAN, 2005). Inicialmente populações indígenas e ribeirinhas utilizavam as raízes maceradas do timbó na água para atordoar peixes e pescá-los. O principal princípio ativo dos rotenóides estão presentes principalmente nas raízes das plantas. A rotenona, quando ingerida, atua bloqueando a cadeia transportadora de elétrons nas mitocôndrias e inibindo a produção de energia em seus alvos biológicos (HOLLINGWORTH *et al*, 1994). Devido a essa característica, a rotenona pode ser considerada um inseticida botânico bastante tóxico e com amplo espectro de hospedeiros, incluindo animais vertebrados (ISMAN, 2005).

Quadro 1. Extratos e óleos vegetais testados no Brasil para o controle de pragas.

Espécie vegetal	Formulação	Praga-alvo	Efeito*	Observações	Referência
Malva silvestre (<i>Malva silvestris</i>)	Extrato aquoso da folha (macerado)	Lagarta-do-cartucho (<i>Spodoptera. frugiperda</i>)	Subletal: prolongamento da fase larval	Planta medicinal. Testes realizados em laboratório com aplicação do extrato a 10 % sobre a dieta artificial das lagartas.	Knaak <i>et al</i> , 2012
Erva baleeira (<i>Varronia curassavica</i>)					
Açafrão da terra (<i>Curcuma zedoaria</i>)	Extrato aquoso da raiz (infusão)				
Feijão-de-porco (<i>Canavalia ensiformes</i>)	Extrato aquoso da semente (macerado)			Sementes empregadas na alimentação do gado e folhas na alimentação humana. Testes realizados em laboratório com aplicação do extrato a 10 % sobre a dieta artificial das lagartas.	
Copaíba (<i>Copaifera langsdorffii</i>)	Extrato alcóolico da folha	Mosca-branca (<i>Bemisia tabaci</i>)	Redução da população na lavoura de tomate	Planta medicinal. Redução da incidência da praga em plantas de tomate pulverizadas com extrato a 5 %, porém, houve redução do número de inimigos naturais.	Barbosa <i>et al</i> , 2011
		Traça-do-tomateiro (<i>Tuta absoluta</i>)			
	Óleo Vegetal	Gorgulho-do-milho (<i>Sitophilus zeamais</i>)	Repelente, não letal e baixa redução da emergência	Testes realizados em laboratório.	Coitinho <i>et al</i> , 2006
Erva-de-santa-maria ou mastruz (<i>Chenopodium ambrosioides</i>)	Extrato alcóolico da folha	Mosca-branca (<i>B. tabaci</i>)	Redução da população na lavoura de tomate	Planta medicinal. Redução da incidência da praga em plantas de tomate pulverizadas com extrato a 5 %, porém, houve redução do número de inimigos naturais.	Barbosa <i>et al</i> , 2011
		Traça-do-tomateiro (<i>T. absoluta</i>)			
	Folhas, flores e frutos	Caruncho-do-feijão (<i>Zabrotes subfasciatus</i>)	Não letal e repelente	Planta medicinal. Testes realizados em laboratório.	Girão Filho <i>et al</i> , 2014
Fruto do Conde (<i>Annona coriacea</i>)	Extrato alcóolico das sementes	Percevejo-marrom-da-soja (<i>Euschistus heros</i>)	Não letal	Planta utilizada na alimentação humana. Testes realizados em campo.	Silva <i>et al</i> , 2013
Pinha (<i>Annona crassiflora</i>)					
Cinamomo (<i>Melia azedarach</i>)	Extrato aquoso das folhas	Vaquinha (<i>Diabrotica speciosa</i>)	Letal	Planta medicinal. Testes realizados em laboratório com 100 % de mortalidade.	Migliorini <i>et al</i> , 2010
	Extrato aquoso das folhas	Traça-das-crucíferas (<i>Plutella xylostella</i>)	Redução de oviposição	Testes realizados em laboratório.	Dequech <i>et al</i> , 2009
	Extrato aquoso do ramo		Letalidade larval e Redução de oviposição		
	Extrato aquoso das folhas	Curuquerê-da-couve (<i>Ascia monuste</i>)	Letal, fagodeterrente, baixa ação ovicida	Testes realizados em laboratório e em campo.	Biermann, 2009

Contribuição do uso de insumos alternativos para o manejo de pragas na agricultura e seu reflexo na saúde ambiental

Noz-moscada (<i>Myristica fragans</i>)	Extrato aquoso do pó comercial	Vaquinha (<i>D. speciosa</i>)	Letal	Planta utilizada na alimentação humana. Testes realizados em laboratório, com 95,4 % de mortalidade.	Silva <i>et al</i> , 2013
Timbó (<i>Aeleia glazioviana</i>)	Extrato aquoso das folhas	Vaquinha (<i>D. speciosa</i>)	Letal	Planta utilizada na alimentação humana. Testes realizados em laboratório.	Migliorini <i>et al</i> , 2010
	Extrato aquoso de folhas e ramos	Curuquerê-da-couve (<i>A. monuste</i>)	Baixa letalidade, fagoderrente e ovicida	Os testes foram realizados em laboratório.	Biermann, 2009
Índigo selvagem (<i>Tephrosia purpurea</i>)	Extrato alcóolico das folhas	Broca-do-café (<i>Hypothenemus hampei</i>)	Letal e repelência	Planta tóxica. Testes realizados em laboratório, com 96 % de mortalidade da broca com aplicação do extrato a 10 %. Não afetou a germinação do fungo <i>Beauveria bassiana</i> , o que permite sua associação no controle de <i>H. hampei</i> .	Zorzetti <i>et al</i> , 2012
Mamona (<i>Ricinus communis</i>)	Óleo emulsionado das sementes	Pulgão-do-algodoeiro (<i>Aphis gossypii</i>)	Letal	Planta tóxica para alimentação humana. Testes realizados em laboratório, com mortalidade de 98 % na concentração de 3 % do extrato. À joaninha <i>Cycloneda sanguinea</i> , apresentou 96,7 % de mortalidade.	Breda <i>et al</i> , 2011
		Traça-das-crucíferas (<i>P. xylostella</i>)		Experimento em campo com gaiolas. O extrato, com 3 % de concentração, aplicado sobre as larvas da traça, ocasionou mortalidade de 85 %. O extrato não foi tóxico às aranhas, mas foi tóxico para joaninhas.	Amoabeng <i>et al</i> , 2013
	Óleo bruto	Ácaro-rajado (<i>Tetranychus urticae</i>)		Tóxica para humanos. Testes realizados em laboratório.	Botti, 2015
Agave (<i>Agave angustifolia</i>)	Extrato aquoso da folha	Ácaro-rajado (<i>T. urticae</i>)	Letal	Planta medicinal. Teste realizado em laboratório. Mortalidade de 84 %, extrato concentração a 10 %. Ausência de toxicidade ao ácaro predador <i>P. macropilis</i> .	Veronez <i>et al</i> , 2012
Mentrasto (<i>Ageratum conyzoides</i>)	Extrato aquoso da folha	Traça-das-crucíferas (<i>P. xylostella</i>)	Letal	Planta medicinal. Experimento em campo com gaiolas. Ocasionalmente mortalidade de 100 % das larvas da traça com aplicação a 3 %. O extrato não foi tóxico aos inimigos naturais da família Syrphidae e aranhas.	Amoabeng <i>et al</i> , 2013
Erva-do-Sião (<i>Chromolaena odorata</i>)				Planta medicinal. Experimento em campo com gaiolas. Ocasionalmente mortalidade de 100 % das larvas da traça com aplicação a 3 %. O extrato apresentou toxicidade a joaninhas e aranhas predadoras.	

Botão-de-ouro (<i>Synedrella nodiflora</i>)	Extrato aquoso da folha	Traça-das-crucíferas (<i>P. xylostella</i>)	Letal	Planta medicinal. Experimento em campo com gaiolas. Ocasinou mortalidade de 93 % das larvas da traça com aplicação a 3 %. O extrato não foi tóxico aos inimigos naturais da família Syrphidae e aranhas.	Amoabeng <i>et al</i> , 2013
Pimenta-malagueta (<i>Capsicum frutescens</i>)	Extrato aquoso dos frutos maduros			Planta utilizada na alimentação humana. Experimento em campo com gaiolas. O extrato, com 3 % de concentração, aplicado sobre as larvas da traça.	
Pimenta-malagueta (<i>C. frutescens</i>)	Extrato aquoso dos Frutos	Pulgão-da-couve (<i>Brevicoryne brassicae</i>)	Baixa letalidade	Utilizada na alimentação humana. Os testes foram realizados em laboratório.	Botti <i>et al</i> , 2015
		Ácaro-rajado (<i>T. urticae</i>)	Letal		
	Extrato hidroalcoólico das sementes	Pulgão-verde (<i>Myzus persicae</i>)	Repelência, redução do crescimento populacional	Os testes de repelência e crescimento populacional foram realizados em laboratório. O extrato foi seletivo ao predador <i>Chrysoperla externa</i> .	Oliveira, 2013
		Ácaro-rajado (<i>T. urticae</i>)			
Tabaco (<i>Nicotiana tabacum</i>)	Extrato aquoso da folha	Traça-das-crucíferas (<i>P. xylostella</i>)	Letal	Planta medicinal, porém, em grandes quantidades pode ser tóxico. Experimento em campo com gaiolas. O extrato a 3 % de concentração, aplicado sobre as larvas da traça, ocasionou mortalidade de 93 %. Não foi tóxico às aranhas, mas foi tóxico para joaninhas.	Amoabeng <i>et al</i> , 2013
	Extrato aquoso do pó	Traça-das-crucíferas (<i>P. xylostella</i>)	Letal e Redução de oviposição	Testes realizados em laboratório.	Dequech <i>et al</i> , 2009
		Curuquerê-da-couve (<i>A. monuste</i>)	Letal, fagodeterrente e ovicida	Testes realizados em laboratório e em campo.	Biermann, 2009
Alfavaca cravo (<i>Ocimum gratissimum</i>)	Extrato aquoso da folha	Traça-das-crucíferas (<i>P. xylostella</i>)	Letal	Planta medicinal. Experimento em campo com gaiolas. O extrato, com 3 % de concentração, aplicado sobre as larvas da traça, ocasionou mortalidade de 89 %.	Amoabeng <i>et al</i> , 2013
Negramina (<i>Siparuna guianensis</i>)	Óleo essencial	Lagarta-da-soja (<i>Anticarsia gemmatalis</i>) Lagarta-do-cartucho (<i>S. frugiperda</i>)	Ovicida	Planta medicinal. Experimento realizado em laboratório. A aplicação do óleo reduziu 100 % da viabilidade dos ovos.	Lourenço, 2016
Abacate (<i>Persea americana</i>)	Extrato alcóolico da folha e da casca do fruto; Extrato aquoso da casca do fruto	Cochonilha-da-roseta do café (<i>Planococcus citri</i>)	Letal	Planta utilizada na alimentação humana. Testes de laboratório. Aplicação do extrato da folha com concentração de 250 mg mL ⁻¹ com 100 % de mortalidade das ninfas. Extrato alcóolico e aquoso do fruto ocasionou 86,7 % e 95 % de mortalidade, respectivamente.	Santa-Cecília <i>et al</i> , 2010

Contribuição do uso de insumos alternativos para o manejo de pragas na agricultura e seu reflexo na saúde ambiental

Pinha (<i>Annona lutescens</i>)	Extrato aquoso da folha	Mosca-das-frutas (<i>Anastrepha. ludens</i>)	Letal	Planta utilizada na alimentação humana. Os testes foram realizados em laboratório, com aplicação do extrato na concentração de 100 µg.mL ⁻¹ .	González-Esquinca <i>et al</i> , 2012
	Extrato aquoso do caule				
Graviola (<i>Annona muricata</i>)	Extrato aquoso do caule			Planta utilizada na alimentação humana. Testes realizados em laboratório, com aplicação a 100 µg.mL ¹ causando mortalidade de 86 % das larvas.	
Pimenta-do-reino (<i>Piper nigrum</i>)	Frutos	Caruncho-do-feijão (<i>Z. subfasciatus</i>)	Letal e não repelente	Utilizada na alimentação humana. Os testes foram realizados em laboratório.	Girão Filho <i>et al</i> , 2014
Louro (<i>Laurus nobilis</i>)	Folhas		Não letal		
Cravo-da-índia (<i>Syzygium aromaticum</i>)	Inflorescências		Letal e repelente		
Arruda (<i>Ruta graveolens</i>)	Folhas e talos		Não letal	Planta medicinal. Os testes foram realizados em laboratório.	
Pimenta-de-macaco (<i>Piper tuberculatum</i>)	Frutos		Letal e não repelente		
Cravo-de-defunto (<i>Tagetes erecta</i>)	Folhas, talos e flores		Não letal e não repelente		
Citronela (<i>Cymbopogon nardus</i>)	Folhas e inflorescência		Não letal e repelente		
Erva-cidreira (<i>Melissa officinalis</i>)	Folhas e talos		Não letal e não repelente		
Arruda (<i>R. graveolens</i>)	Extrato aquoso das folhas e ramos	Curuquerê-da-couve (<i>A. monuste</i>)	Letal, fagodeterrente e baixa ação ovicida	Os testes foram realizados em laboratório.	Biermann, 2009
Pimenta-de-macaco (<i>P. tuberculatum</i>)	Extrato aquoso de frutos	Lagarta-do-cartucho (<i>S. frugiperda</i>)	Letal e prolonga-mento da fase larval	Os testes foram realizados em laboratório.	Castro <i>et al</i> , 2008
Cravo-da-índia (<i>S. aromaticum</i>)	Óleo essencial	Gorgulho-do-milho (<i>Sitophilus zeamais</i>)	Letal, redução da emergência e repelente	Os testes foram realizados em laboratório.	Coitinho <i>et al</i> , 2006
Sassafrás (<i>Ocotea odorifera</i>)	Óleo de ramos	Mariposa-oriental (<i>Grapholita molesta</i>)	Protetor (aplicações prévias evitam a incidência)	Óleo utilizado na perfumaria. Os testes foram realizados em campo em pessegueiros. Não houve efeito de fitotoxicidez nos ramos.	Obrzut, Carvalho, 2011
Cumaru (<i>Amburana cearenses</i>)	Folhas e ramos	Caruncho-do-feijão (<i>Callosobruchu maculatus</i>)	Não afetou a oviposição	Utilizada como planta medicinal e na alimentação animal. Os testes foram realizados em laboratório.	Melo <i>et al</i> , 2014
Marmeleiro (<i>Croton sonderianus</i>)				Planta medicinal. Os testes foram realizados em laboratório.	
Jurema-preta (<i>Mimosa tenuiflora</i>)				Os testes foram realizados em laboratório.	

Angico (<i>Anadenanthera macrocarpa</i>)	Folhas e ramos	Caruncho-do-feijão (<i>Callosobruchu maculatus</i>)	Não afetou a oviposição	Planta medicinal. Os testes foram realizados em laboratório.	Melo <i>et al</i> , 2014
Pereiro (<i>Aspidosperma pyrifolium</i>)				Planta medicinal. Os testes foram realizados em laboratório.	
Mangirioba (<i>Senna occidentalis</i>)				Os testes foram realizados em laboratório.	
Alfazema-brava (<i>Hyptis suaveolens</i>)				Planta medicinal. Os testes foram realizados em laboratório.	
Juazeiro (<i>Ziziphus joazeiro</i>)	Ramos		Reduziu o nº de adultos emergidos. Não afetou a oviposição	Plantas medicinais. Os testes foram realizados em laboratório.	
Mussambê (<i>Cleome spinosa</i>)	Folhas				
Eucalipto (<i>Eucalyptus robusta</i>)	Folhas	Lagarta-do-cartucho (<i>S. frugiperda</i>)	Redução do peso da lagarta	Óleo utilizado na perfumaria. Testes realizados em laboratório.	Haas <i>et al</i> , 2014
Guaco (<i>Mikania laevigata</i>)				Planta medicinal. Testes realizados em laboratório.	
Pimenta-dedo-de-moça (<i>Capsicum baccatum</i>)			Não Letal e repelente	Utilizada na alimentação humana. Testes realizados em laboratório.	
Pimenta-dedo-de-moça (<i>C. baccatum</i>)	Extrato alcoólico de semente	Gorgulho-do-milho (<i>S. zeamais</i>)	Baixa letalidade e repelente	Utilizada na alimentação humana. Testes realizados em laboratório.	Guimarães <i>et al</i> , 2014
	Extrato alcoólico de polpa		Não Letal e repelente		
	Extrato alcoólico de fruto		Baixa letalidade e repelente		
Citronela (<i>Cymbopogon winterianus</i>)	Óleo essencial	Mariposa-oriental (<i>G. molesta</i>)	Letal para pupas	Utilizada como repelente natural. Testes realizados em laboratório.	Colpo <i>et al</i> , 2014
Carqueja-doce (<i>B. articulata</i>)		Caruncho-do-feijão (<i>Acanthoscelides obtectus</i>)		Planta medicinal. Testes realizados em laboratório.	Campos <i>et al</i> , 2014
Nim indiano (<i>A. indica</i>)	Folhas	Pulgão-da-couve (<i>B. brassicae</i>)	Baixa letalidade	Planta medicinal. Testes realizados em laboratório.	Botti <i>et al</i> , 2015
Pinhão-manso (<i>Jatropha curcas</i>)	Óleo bruto			Tóxicos em grande quantidade para humanos. Em pequenas quantidades pode ser utilizada como purgativo. Os testes foram realizados em laboratório.	

Contribuição do uso de insumos alternativos para o manejo de pragas na agricultura e seu reflexo na saúde ambiental

Pinhão-manso (<i>J. curcas</i>) + alho (<i>Allium Sativum</i>)	Óleo bruto + extrato aquoso do fruto	Pulgão-verde (<i>M. persicae</i>)	Letal	Pinhão-manso é tóxico em grande quantidade para humanos. Alho é usado na alimentação humana. Os testes foram realizados em laboratório.	Holtz <i>et al</i> , 2016b
Pinhão-manso (<i>J. curcas</i>)	Folha	Cochonilha-rosada (<i>P. citri</i>)	Letal	Tóxicos em grande quantidade para humanos. Em Pequenas quantidades pode ser utilizada como purgativo. Os testes foram realizados em laboratório.	Holtz <i>et al</i> , 2016a
	Óleo bruto	Pulgão-da-couve (<i>B. brassicae</i>)	Baixa letalidade		Botti <i>et al</i> , 2015
	Caule	Cochonilha-rosada (<i>P. citri</i>)	Letal		Holtz <i>et al</i> , 2016a
	Casca do caule				
	Raiz				
	Casca do fruto	Baixa letalidade	Letal		Holtz <i>et al</i> , 2016c
Óleo bruto	Pulgão-verde (<i>M. persicae</i>)				
		Ácaro-rajado (<i>T. urticae</i>)		Botti, 2015	
Árvore-de-cuia (<i>Crescentia cujete</i>)	Folhas	Pulgão-da-couve (<i>B. brassicae</i>)	Letal	Planta medicinal. Os testes foram realizados em laboratório.	Silva <i>et al</i> , 2017
Sucuúba (<i>Himatanthus articulates</i>)					
Cipó pata-de-vaca (<i>Schnella</i> sp.)				Os testes foram realizados em laboratório.	
Guabiropa (<i>Campomanesia xanthocarpa</i>)	Folhas	Traça-das-crucíferas (<i>P. xylostella</i>)	Redução da biomassa pupal e redução na viabilidade dos ovos	Utilizada na alimentação humana. Os testes foram realizados em laboratório.	Bernardes <i>et al</i> , 2017b
Angico-vermelho (<i>Anadenanthera macrocarpa</i>)	Raízes	Lagarta-do-tomate (<i>Helicoverpa armigera</i>)	Letal	Planta medicinal. Os testes foram realizados em laboratório.	Carvalhinho <i>et al</i> , 2017
Bunganvilla (<i>Bougainvillea Buttiana</i>)	Folhas + cascas do caule	Lagarta-do-tomate (<i>H. armigera</i>)	Letal	Os testes foram realizados em laboratório.	
		Lagarta-das-vagens (<i>Spodoptera cosmioides</i>)	Baixa letalidade		
Alecrim (<i>Lippia gracillis</i>)	Óleo essencial	Gorgulho-do-milho (<i>S. zeamais</i>)	Letal, redução da emergência e repelente	Planta medicinal. Os testes foram realizados em laboratório.	
Andiroba (<i>Carapa guianensis</i>)	Óleo vegetal	Gorgulho-do-milho (<i>S. zeamais</i>)	Letal, redução da emergência e não repelente	Os testes foram realizados em laboratório.	
Pequi (<i>C. brasiliense</i>)				Utilizada na alimentação humana. Os testes foram realizados em laboratório.	

Cedro (<i>Cedrela fissilis</i>)	Óleo essencial	Gorgulho-do-milho (<i>S. zeamais</i>)	Letal, redução da emergência.	Os testes foram realizados em laboratório.	Coitinho <i>et al</i> , 2006	
	Extrato aquoso das folhas	Curuquerê-da-couve (<i>A. monuste</i>)	Não letal, fagoderrente e baixa ação ovicida	Os testes foram realizados em laboratório.	Biermann, 2009	
Eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>)	Óleo essencial	Gorgulho-do-milho (<i>S. zeamais</i>)	Letal, redução da emergência e baixa repelência	Os testes foram realizados em laboratório.	Coitinho <i>et al</i> , 2006	
Eucalipto (<i>E. globulus</i>)		Caruncho-do-feijão (<i>C. maculatus</i>)	Letal	Os testes foram realizados em laboratório, através de fumigação.	Brito <i>et al</i> , 2006	
Eucalipto (<i>Eucalyptus citriodora</i>)		Gorgulho-do-milho (<i>S. zeamais</i>)	Letal, redução da emergência e não repelente	Os testes foram realizados em laboratório.	Coitinho <i>et al</i> , 2006	
Eucalipto (<i>Eucalyptus staigeriana</i>)		Caruncho-do-feijão (<i>C. maculatus</i>)	Letal	Os testes foram realizados em laboratório, através de fumigação.	Brito <i>et al</i> , 2006	
Aroeira – Vermelha (<i>Schinus terebinthifolius</i>)		Caruncho-do-feijão (<i>A. obtectus</i>)	Letal	Os testes foram realizados em laboratório.	Santos <i>et al</i> , 2007	
		Caruncho-do-feijão (<i>Z. subfasciatus</i>)				
Anis-estrelado (<i>Illicium verum</i>)		Óleo essencial	Pulgão-da-couve (<i>B. brassicae</i>)	Repelente e deterrente	Os testes foram realizados em laboratório.	Lima <i>et al</i> , 2009a
Capim-limão (<i>Cymbopogon citratus</i>)						
Pimenta Longa (<i>Piper hispidinervum</i>)			Lagarta-do-cartucho-do-milho (<i>S. frugiperda</i>)	Letal	Utilizada na alimentação humana. Os testes foram realizados em laboratório.	Lima <i>et al</i> , 2009b
Algaroba (<i>Prosopis juliflora</i>)			Extrato aquoso das folhas	Mosca-branca (<i>B. tabaci</i>)	Baixa mortalidade em ovos e ninfas, redução na taxa reprodutiva	Os testes foram realizados em laboratório.
Leucena (<i>Leucaena leucocephala</i>)	Não letal, não interfere na taxa reprodutiva					
Aroeira (<i>Myracrodruon urundeuva</i>)	Não letal, redução na taxa reprodutiva					
Sabiá (<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i>)						
Goiaba (<i>Psidium guajava</i>)	Óleo essencial das folhas	Lagarta-do-cartucho-do-milho (<i>S. frugiperda</i>)	Repelente	Utilizada na alimentação humana. Os testes foram realizados em laboratório.	Lima <i>et al</i> , 2009c	

Contribuição do uso de insumos alternativos para o manejo de pragas na agricultura e seu reflexo na saúde ambiental

Erva-de-lagarto (<i>Casearia sylvestris</i>)	Óleo essencial	Ácaro-rajado (<i>T. urticae</i>)	Letal	Planta medicinal. Os testes foram realizados em laboratório.	Becker, 2008
Carrapicho rasteiro (<i>Acanthospermum australe</i>)					
Pariparoba (<i>Pothomorphe umbellata</i>)					
Canjarana (<i>Cabralea canjerana</i>)	Extrato aquoso das sementes	Pulgão-da-couve (<i>B. brassicae</i>)	Letal	Utilizada na alimentação humana. Os testes foram realizados em laboratório.	Mata, 2007
	Extrato aquoso dos frutos		Baixa letalidade		
	Extrato aquoso das folhas		Não letal		
	Extrato aquoso das sementes	Curuquerê-da-couve (<i>A. monuste</i>)	Letalidade larval, pupal e repelente	Os testes foram realizados em laboratório.	
	Extrato aquoso dos frutos		Letalidade larval, pupal e não repelente		
	Extrato aquoso das folhas				
<i>Aristolochia lagesiana</i>	Extrato acetônico de folhas	Lagarta-da-soja (<i>A. gemmatalis</i>)	Alongamento do período larval, Redução do período pupal, baixa letalidade larval e pupal	Planta tóxica. Os testes foram realizados em laboratório.	Vieira <i>et al</i> , 2009
	Extrato acetônico: caule e raiz		Alongamento do período larval, baixa letalidade larval e pupal		
	Extrato acetônico de caule e raiz - Aquecido				
Trichilia (<i>Trichilia clausenii</i>)	Extrato aquoso das folhas	Curuquerê-da-couve (<i>A. monuste</i>)	Não letal, fagodeterrente	Os testes foram realizados em laboratório.	Biermann, 2009
Mil folhas (<i>Achillea millefolium</i>)	Extrato metanólico das folhas	Ácaro-vermelho (<i>Oligonychus ilicis</i>)	Não letal	Planta medicinal. Os testes foram realizados em laboratório.	Carvalho, 2008
		Ácaro-da-leprose (<i>Brevipalpus phoenicis</i>)	Letal		
		Ácaro-vermelho (<i>O. ilicis</i>)	Não letal		
		Ácaro-da-leprose (<i>B. phoenicis</i>)			

Fruto-do-conde (<i>Annona squamosa</i>)	Extrato metanólico das folhas	Ácaro-vermelho (<i>O. ilicis</i>)	Letal	Utilizada na alimentação humana. Os testes foram realizados em laboratório.	Carvalho, 2008
		Ácaro-da-leprose (<i>B. phoenicis</i>)	Não letal		
Losna (<i>Artemisia absinthium</i>)		Ácaro-vermelho (<i>O. ilicis</i>)	Não letal	Planta medicinal. Os testes foram realizados em laboratório.	
Ácaro-da-leprose (<i>B. phoenicis</i>)					
Artemisia (<i>Artemisia annua</i>)		Ácaro-vermelho (<i>O. ilicis</i>)	Não letal	Planta medicinal. Os testes foram realizados em laboratório.	
Ácaro-da-leprose (<i>B. phoenicis</i>)					
Artemisia (<i>Artemisia vulgaris</i>)		Ácaro-vermelho (<i>O. ilicis</i>)	Não letal	Os testes foram realizados em laboratório.	
Ácaro-da-leprose (<i>B. phoenicis</i>)					
Carqueja (<i>Baccharis trimera</i>)		Ácaro-vermelho (<i>O. ilicis</i>)	Não letal	Planta medicinal. Os testes foram realizados em laboratório.	
		Ácaro-da-leprose (<i>B. phoenicis</i>)			
Calêndula (<i>Calendula officinalis</i>)	Ácaro-vermelho (<i>O. ilicis</i>)	Letal	Planta medicinal. Os testes foram realizados em laboratório.		
	Ácaro-da-leprose (<i>B. phoenicis</i>)				
	Ácaro-vermelho (<i>O. ilicis</i>)	Não letal			
	Ácaro da leprose (<i>B. phoenicis</i>)	Letal			
Calêndula (<i>C. officinalis</i>)	Extrato hidroalcólico das flores	Ácaro-branco (<i>P. latus</i>)	Reduziu o crescimento populacional	Os testes foram realizados em casa-de-vegetação. O extrato foi seletivo ao predador <i>C. externa</i> .	Oliveira, 2013
		Ácaro-rajado (<i>T. urticae</i>)	Repelência e redução na taxa de crescimento	Os testes foram realizados em laboratório. O extrato foi seletivo ao predador <i>C. externa</i> .	
		Pulgão-verde (<i>M. persicae</i>)	Repelência	Os testes de repelência foram realizados em laboratório. O extrato foi seletivo ao predador <i>C. externa</i> .	
Centela (<i>Centella asiática</i>)	Extrato metanólico das folhas	Ácaro-vermelho (<i>O. ilicis</i>)	Não letal	Planta medicinal. Os testes foram realizados em laboratório.	Carvalho, 2008
		Ácaro-da-leprose (<i>B. phoenicis</i>)	Letal		
Laranja (<i>Citrus aurantium</i>)		Ácaro-vermelho (<i>O. ilicis</i>)	Não letal	Utilizada na alimentação humana. Os testes foram realizados em laboratório.	
		Ácaro-da-leprose (<i>B. phoenicis</i>)			
Limão (<i>Citrus limon</i>)		Ácaro-vermelho (<i>O. ilicis</i>)	Não letal	Utilizada na alimentação humana. Os testes foram realizados em laboratório.	
		Ácaro-da-leprose (<i>B. phoenicis</i>)			

Contribuição do uso de insumos alternativos para o manejo de pragas na agricultura e seu reflexo na saúde ambiental

Café (<i>Coffea arábica</i>)	Ácaro-vermelho (<i>O. ilicis</i>)	Letal	Utilizada na alimentação humana. Os testes foram realizados em laboratório.
	Ácaro-da-leprose (<i>B. phoenicis</i>)	Não letal	
Lágrima de Santa Senhora (<i>Coix-lacrima jobi</i>)	Ácaro-vermelho (<i>O. ilicis</i>)	Não letal	Utilizada na alimentação humana. Os testes foram realizados em laboratório.
	Ácaro-da-leprose (<i>B. phoenicis</i>)		
Açafrão (<i>Curcuma longa</i>)	Ácaro-vermelho (<i>O. ilicis</i>)	Não letal	Utilizada na alimentação humana. Os testes foram realizados em laboratório.
	Ácaro-da-leprose (<i>B. phoenicis</i>)		
Alcachofra (<i>Cynara scolymus</i>)	Ácaro-vermelho (<i>O. ilicis</i>)	Não letal	Utilizada na alimentação humana. Os testes foram realizados em laboratório.
	Ácaro-da-leprose (<i>B. phoenicis</i>)		
Bem-casado (<i>Datura metel</i>)	Ácaro-vermelho (<i>O. ilicis</i>)	Não letal	Planta medicinal. Os testes foram realizados em laboratório.
	Ácaro-da-leprose (<i>B. phoenicis</i>)		
Dedadeira (<i>Digitalis lanata</i>)	Ácaro-vermelho (<i>O. ilicis</i>)	Letal	Planta medicinal. Os testes foram realizados em laboratório.
	Ácaro-da-leprose (<i>B. phoenicis</i>)	Não letal	
Rabo de lagarto (<i>Equisetum arvense</i>)	Ácaro-vermelho (<i>O. ilicis</i>)	Não letal	Planta medicinal. Os testes foram realizados em laboratório.
	Ácaro-da-leprose (<i>B. phoenicis</i>)	Letal	
Aveloz (<i>Euphorbia tirucalli</i>)	Ácaro-vermelho (<i>O. ilicis</i>)	Não letal	Planta medicinal. Os testes foram realizados em laboratório.
	Ácaro-da-leprose (<i>B. phoenicis</i>)	Letal	
Figo (<i>Ficus carica</i>)	Ácaro-vermelho (<i>O. ilicis</i>)	Não letal	Utilizada na alimentação humana. Os testes foram realizados em laboratório.
	Ácaro-da-leprose (<i>B. phoenicis</i>)		
Ginkgo (<i>Ginkgo biloba</i>)	Ácaro-vermelho (<i>O. ilicis</i>)	Letal	Planta medicinal. Os testes foram realizados em laboratório.
	Ácaro-da-leprose (<i>B. phoenicis</i>)	Não letal	
Alfazema (<i>Lavandula officinalis</i>)	Ácaro-vermelho (<i>O. ilicis</i>)	Não letal	Planta medicinal. Os testes foram realizados em laboratório.
	Ácaro-da-leprose (<i>B. phoenicis</i>)		
Banana (<i>Musa sapientum</i>)	Ácaro-vermelho (<i>O. ilicis</i>)	Não letal	Utilizada na alimentação humana. Os testes foram realizados em laboratório.
	Ácaro-da-leprose (<i>B. phoenicis</i>)	Letal	

Carvalho,
2008

Samambaia (<i>Pteridium aquilinum</i>)		Ácaro-vermelho (<i>O. ilicis</i>)	Não letal	Planta ornamental. Os testes foram realizados em laboratório.	Carvalho, 2008
		Ácaro-da-leprose (<i>B. phoenicis</i>)			
Coentro (<i>Coriandrum sativum</i>)	Extrato hidroalcoólico das sementes	Ácaro-branco (<i>P. latus</i>)	Redução do crescimento populacional e repelência	Utilizado na alimentação humana. Os testes foram realizados em laboratório. O extrato foi seletivo ao predador <i>C. externa</i> .	Oliveira, 2013
		Ácaro-rajado (<i>T. urticae</i>)	Redução do crescimento populacional	Os testes foram realizados em laboratório. O extrato foi seletivo ao predador <i>C. externa</i> .	
		Pulgão-verde (<i>M. persicae</i>)	Repelência		

*Foram considerados extratos com efeito letal todos aqueles que ocasionaram mortalidade igual ou maior que 80 %. Extratos que ocasionaram mortalidade entre 50 e 79 % foram considerados com baixa letalidade. Os que ocasionaram mortalidade abaixo de 49 % foram considerados não letal.

Quadro 2. Toxicidade de insumos alternativos à base de nim a abelhas em diferentes estágios de desenvolvimento.

Espécie testada	Produto testado	Concentração*	Hipótese testada	Abelhas testadas	Resultados	Referência
<i>Apis mellifera</i>	Neemix 4.5	7,8 g i.a./ha	Pulverização com o produto em melão reduz a polinização e conseqüentemente a produtividade da cultura	Operárias adultas	Não ocorreu decréscimo no número de abelhas visitantes e nem na produtividade.	Elzen <i>et al</i> , 2004
<i>Apis mellifera</i>	Azadiractina isolada	1mg i.a./L	A ingestão de azadiractina altera o desenvolvimento da colônia, a viabilidade das rainhas, a produção zangões ou de espermatozoides ou a mortalidade da cria.	Ovos, larvas, pupas e adultos de operárias, rainhas e zangões	Não ocorreram efeitos de toxicidade aguda nas abelhas tratadas, mas a cria tratada não sobreviveu durante o inverno, ocasionando a morte das colônias.	Thompson <i>et al</i> , 2005
<i>Apis mellifera</i>	Neem-azal™	0,004 a 1,1 (mg i.a./mL) (diluição em etanol)	A adição de extrato de nim à dieta causa repelência alimentar nas operárias.	Operárias adultas	Aumento na concentração de azadiractina causou fago-inibição nas abelhas.	Melathopoulos <i>et al</i> , 2000
<i>Apis mellifera</i>	Azadiractina purificada	180,92 ng/mL (diluição em etanol)	A ingestão de azadiractina aumenta a mortalidade larval.	Larvas de operárias	CL ₅₀ das larvas na concentração mencionada.	Peng <i>et al</i> , 2000
<i>Apis mellifera</i>	Extrato de sementes de nim	0,1ppm i.a. diluído em água e misturado a xarope	As operárias são capazes de discriminar entre alimento (xarope) puro e misturado à azadiractina.	Operárias adultas	As operárias forragearam preferencialmente em soluções sem azadiractina.	Naumann <i>et al</i> , 1994
<i>Apis mellifera</i>	Extrato de sementes de nim	150 ppm i.a. diluído em água	A pulverização da canola com extrato de nim ocasiona repelência nas abelhas, reduzindo a polinização e a produtividade da cultura.	Operárias adultas	O número de forrageadoras em flores de canola tratadas e não tratadas não diferiram, assim como a produtividade.	Naumann <i>et al</i> , 1994

Contribuição do uso de insumos alternativos para o manejo de pragas na agricultura e seu reflexo na saúde ambiental

<i>Apis mellifera</i>	Óleo de nim	0,05 a 50 ppm i.a. diluído em água	A ingestão e o contato com o produto, no interior da célula de cria, ocasiona aumento da mortalidade larval.	Larvas de 1° e 4° ínstars	Aumento da mortalidade larval na medida em que houve aumento da concentração do produto.	Naumann, Isman, 1996
<i>Apis mellifera</i>	Óleo de nim	196,4 µg/abelha (via oral e por contato)	O contato ou a ingestão do óleo de nim aumenta a mortalidade das abelhas.	Operárias adultas	Toxicidade crônica devido ao contato com o óleo de nim; ausência de toxicidade aguda e crônica devido à ingestão e contato com o produto.	Ladurner <i>et al</i> , 2005
<i>Osmia lignaria</i>	Óleo de nim	196,4 µg/abelha (via oral e por contato)	O contato ou a ingestão do óleo de nim aumenta a mortalidade das abelhas.	Fêmeas adultas	Ausência de toxicidade aguda e crônica em consequência do contato e da ingestão do produto.	Ladurner <i>et al</i> , 2005
<i>Apis mellifera</i>	Azamax®, Neemseto® e Organic neem®	12 mg i.a./L a 480 mg i.a./L diluído em etanol	A ingestão do óleo de nim diluído e misturado ao alimento (xarope) aumenta a mortalidade das abelhas.	Operárias adultas	Aumento da mortalidade apenas na concentração de 480mg i.a./L.	Amaral <i>et al</i> , 2016
<i>Apis mellifera</i>	Azamax®	60 mg i.a./L e 120 mg i.a./L diluído em etanol	A ingestão do óleo de nim misturado ao alimento larval aumenta a mortalidade das larvas.	Larvas de 1° ínstar	Toxicidade aguda com morte de todas as larvas tratadas com as duas concentrações.	Amaral <i>et al</i> , 2016
<i>Bombus terrestris</i>	Neem EC	0,01 ppm i.a. misturado ao alimento	A ingestão de dose subletal de nim altera o forrageamento de pólen pelas abelhas.	Operárias adultas	Abelhas provenientes de colônias tratadas apresentaram padrão de coleta de pólen diferente em relação ao controle.	Koskor <i>et al</i> , 2009
<i>Melipona quadrifasciata</i>	Azamax®	30 mg i.a./L 60 mg i.a./L	A ingestão ou contato com azadiractina alteram a sobrevivência, o comportamento, a ingestão de alimento, ou a taxa respiratória das abelhas.	Operárias adultas	Ocorreu fagoinibição nas abelhas tratadas.	Bernardes <i>et al</i> , 2017a
<i>Partamona helleri</i>	Azamax®	30 mg i.a./L 60 mg i.a./L	A ingestão ou contato com azadiractina alteram a sobrevivência, o comportamento, a ingestão de alimento ou a taxa respiratória das abelhas.	Operárias adultas	Ocorreu fagoinibição nas abelhas tratadas.	Bernardes <i>et al</i> , 2017a
<i>Melipona quadrifasciata</i>	Azamax®	42, 210, 420, 840 ng i.a./abelha	A ingestão de azadiractina altera a sobrevivência, tempo de desenvolvimento, massa corporal, comportamento locomotor e morfologia dos imaturos.	Larvas	Abelhas tratadas sofreram redução na longevidade, na massa corporal das pupas e ocorreram alterações morfológicas.	Barbosa <i>et al</i> , 2015

*Concentrações obtidas a partir de dados retirados dos trabalhos originais. Sempre que possível foi demonstrada a concentração com base na proporção do ingrediente ativo (i.a.) diluído nos solventes utilizados nos experimentos. Fonte: Adaptada de Venzon *et al* (2016).

Além de extratos caseiros, o produto comercial Rotenat® é um dos mais comuns no mercado mundial. Independentemente disso, geralmente os inseticidas botânicos à base de rotenona causam uma alta mortalidade em insetos. Extratos de folhas (que possuem menor concentração de rotenona) de *Derris amazonica* aplicados topicamente podem causar 85 % de mortalidade em adultos de *Cerotoma arcuatus* (ALAÉCIO *et al*, 2010). Além disso, o extrato bruto de rotenona também é eficiente no controle populacional de *Diabrotica speciosa* em feijoeiro 168h após a aplicação em laboratório (MIGLIORINI *et al*, 2010). Já o produto formulado Rotenat® pode ser utilizado também para o controle de pragas de grãos armazenados como *Callosobruchus maculatus*, causando uma mortalidade de até 85,5 % de suas populações iniciais (AZEVEDO *et al*, 2007). Entretanto, a eficiência da rotenona pode variar em relação à espécie de planta utilizada, parte da planta utilizada e método de extração. Por exemplo, Costa *et al* (1997) observaram que *D. urucu* foi mais eficiente do que *Derris nicou* para controlar populações de moscas domésticas em São Paulo. Nesse estudo, os autores discutem que é necessário o dobro da dosagem de *D. nicou* para causar cerca de 80 % de mortalidade das populações como verificado para *D. urucu*. Apesar de apresentar elevada eficiência para alguns insetos, a rotenona é rapidamente degradada sob ação da luz solar. Portanto, geralmente as aplicações de extratos sobre as plantas em condições de campo mostram baixa eficiência do produto, conforme demonstrado para ninfas e adultos de mosca-branca em meloeiro (AZEVEDO *et al*, 2005) e *Anastrepha* sp. em goiabeira (AZEVEDO *et al*, 2013).

Apesar de ser eficiente sob condições de baixa incidência luminosa, a rotenona pode apresentar diversos efeitos deletérios em populações de peixes e invertebrados aquáticos. Devido a isso, países como a Argentina, Japão e o Quênia proibiram completamente o uso da rotenona. Já a Austrália, Irã, México, Filipina, Tailândia, EUA e países membros da União Europeia apresentam diversas restrições de uso. Essas restrições estão relacionadas principalmente a evitar a deriva do produto para corpos d'água (FAO, 2009). Apesar disso, o IFOAM discute que a rotenona pode ser um inseticida e necessário para controle de pragas em algumas culturas porque alternativas como piretrinas e nim não estão prontamente disponíveis em várias localidades ou não possuem o uso permitido na agricultura orgânica. Contudo, ressaltam que a mitigação de riscos deve ser parte integrante do registro de produtos e formulações comerciais (FAO, 2008). Portanto, devido ao amplo espectro de ação da rotenona e aos possíveis efeitos negativos em

ambiente aquáticos, sugere-se que as formulações e extratos de plantas que contenham rotenona sejam utilizados com cautela. Além disso, produtos como o nim podem ser uma alternativa que apresenta menores riscos à saúde do agricultor e ao ambiente em geral.

Piretro

Outro extrato vegetal bastante comum e utilizado há muitos anos na agricultura é o extrato de piretro. Este pode ser obtido a partir de extratos do pó moído das flores e de óleos essenciais de *Chrysanthemum cinerariaefolium*. Existem outras espécies desse mesmo gênero que também possuem efeito inseticida, mas *C. cinerariaefolium* é a espécie mais amplamente utilizada e estudada no mundo. É a partir dos compostos dessa mesma planta que são produzidos os piretroides sintéticos. Apesar de haverem muitos produtos comerciais disponíveis, a obtenção do óleo essencial das flores também pode ser realizada. Os princípios ativos com ação inseticida são as piretrinas, sendo as mais comuns as piretrinas I e II, jasmolina I e II e cinerinas I e II, sendo que as piretrinas I e II apresentam-se em maiores quantidades que as demais nas flores (KUMAR *et al*, 2005). O piretro atua principalmente por ingestão ou por contato e apresenta ação neurotóxica de modo a hiperestimular o fluxo neural.

De acordo com Aguiar-Menezes (2005), o preparo caseiro pode ser realizado utilizando 500 g de pó das flores. Adiciona-se esse material a 200 L de água e deixa-se em repouso por 30 minutos. Em seguida, é necessário misturar 20 g de sabão de coco, não detergente, coar e aplicar o produto em seguida. Os extratos, assim como os produtos comerciais, podem ser considerados inseticidas de amplo espectro e pouco seletivos. Existem mais de 27 alvos biológicos identificados em pelo menos 17 culturas distintas. Os trabalhos a respeito da eficiência agrônômica do piretro foram realizados principalmente com o extrato aquoso e etanólico, havendo também testes realizados com pelo menos seis produtos comerciais disponíveis no mundo. Em geral, o piretro demonstra-se amplamente eficiente, podendo inclusive ser utilizado para o controle de pragas de grãos armazenados e insetos sugadores como pulgões e moscas-brancas (TOSCANO *et al*, 1997; EDELSON *et al*, 2002; KIM *et al*, 2009). Mesmo em baixas concentrações as piretrinas podem causar deterrência alimentar aos insetos sugadores e às lagartas (TOSCANO *et al*, 1997; MAZZONETTO *et al*, 2013).

Apesar de amplamente eficientes, devido ao modo de ação e amplo espectro do piretro, os produtos caseiros e comerciais podem causar impactos negativos em algumas

espécies. Para algumas espécies de parasitoides, o piretro e outros componentes da formulação comercial podem ser considerados altamente tóxicos (ZAPATAN *et al*, 2005). Em estudos ecotoxicológicos, o piretro foi considerado tóxico a invertebrados aquáticos, peixes e outros organismos aquáticos (BURRIDGE, HAYA, 1997; O'BRIEN *et al*, 2013). Ainda assim, a rápida degradação natural do produto quando exposto ao sol pode reduzir esses riscos em condições de aplicação em campo. Para mamíferos, o piretro é considerado de baixa toxicidade (AGUIAR-MENEZES, 2005).

Outros extratos vegetais

Além do que foi relatado até aqui neste capítulo, extratos de várias plantas acessíveis ao produtor têm sido pesquisados para o controle de pragas (MOREIRA *et al*, 2006). Outras meliáceas também possuem características promissoras no controle de pragas, como a *Melia azedarach* (cinamono ou santa-bárbara) e a *Trichilia pallida* (catiguá) (TORRECILLAS, VENDRAMIM, 2001). Extratos de alho, pimenta, mentrasto, fumo, entre outros, tem sido utilizados em preparações caseiras com o intuito de controlar pragas. Os extratos de mamona apresentam resultados bastante variados em relação ao controle de pragas devido a inconsistências nas formas de obtenção e preparação do extrato de diferentes partes da planta. Entretanto, geralmente apresentam efeitos subletais ou deterrentes a insetos sugadores como afídeos e moscas-brancas (BALDIN *et al*, 2007; BREDA *et al*, 2011). No entanto, são escassos os resultados de pesquisa que comprovam a eficiência no controle de pragas e a inocuidade desses produtos ao homem. O extrato de fumo, por exemplo, tem ação contra artrópodes sugadores, porém, a sua toxina (nicotina) é extremamente tóxica a mamíferos, além de ser fitotóxica para algumas plantas ornamentais, como a roseira (MOREIRA *et al*, 2006).

Caldas fitoprotetoras

Uma das caldas fitoprotetoras utilizadas nos sistemas agroecológicos é a calda sulfocálcica, obtida pelo tratamento térmico do enxofre e da cal virgem. Essa calda possui propriedades inseticidas, acaricidas e fungicidas. Tradicionalmente, era utilizada somente para fruteiras de clima temperado e em citros, no entanto, com o crescimento da produção orgânica de alimentos, a calda sulfocálcica teve seu uso intensificado em diversas culturas devido, principalmente ao baixo custo, à facilidade de preparo e de aplicação e ao fato de

ser aceita pela maioria das certificadoras de produtos orgânicos e pela legislação vigente (VENZON *et al*, 2015).

A calda sulfocálcica deve ser utilizada em concentrações específicas para cada praga em diferentes culturas, levando-se em consideração, além da eficiência no controle da praga alvo, o impacto sobre organismos benéficos e a fitotoxicidade (VENZON *et al*, 2008a). Concentrações altas podem apresentar efeito deletério sobre diversos inimigos naturais. É possível obter controle satisfatório das populações de ácaros fitófagos, por exemplo, com a utilização de concentrações mais baixas, minimizando os efeitos negativos sobre organismos benéficos (VENZON *et al*, 2008b; 2013). Contudo, vale ressaltar que algumas plantas são sensíveis à calda sulfocálcica, como as cucurbitáceas. Para outras plantas, a toxicidade está relacionada à dose empregada. É importante a realização de testes iniciais, pulverizando-se a calda em algumas plantas, para observação dos possíveis sintomas de toxicidade, antes da pulverização em área total. Isso também demonstra a necessidade de estudos em situações específicas para cada cultura em que se pretende utilizar essa calda.

Óleos

Os óleos vegetais e minerais podem ser utilizados isoladamente para o controle de insetos ou como adjuvantes adicionados às caldas para favorecerem o espalhamento e a absorção das toxinas, reduzindo a degradação de ingrediente ativo e a tensão superficial (MENDONÇA *et al*, 2007). Contudo, é necessário observar as restrições de uso impostas pela legislação vigente sobre o assunto e respeitar os limites de utilização desses produtos, especialmente tratando-se de óleos minerais.

Resultados de pesquisas comprovam a eficiência de óleos vegetais e minerais no controle de cochonilhas. O óleo de laranja a 0,6 % foi efetivo para o controle da cochonilha *Dactylopius opuntiae* que ataca a palma gigante, porém afetou negativamente os inimigos naturais dessa praga (LOPES *et al*, 2009). No controle da cochonilha escamafarinha *Unaspis citri*, Guirado *et al* (2003) verificaram efeito sinérgico da mistura óleo mineral (1 %) com óleo de nim (1 %), quando comparado com aplicações desses produtos feitas isoladamente. Além disso, os óleos essenciais de diversas plantas possuem grande potencial para o controle de pragas de grãos armazenados, como os óleos de eucalipto,

alecrim e palma rosa, eficientes no controle do caruncho *C. maculatus* (BRITO *et al*, 2006; PEREIRA *et al*, 2008).

Sabão

Soluções à base de sabão tem sido utilizadas com frequência para o controle de alguns insetos sugadores, especialmente em uso doméstico (LIU, STANSLY, 2000; IMENES *et al*, 2002). De acordo com Imenes *et al* (2002), as soluções de detergente a 5 e 10 % e de sabão de pedra a 3 % mostraram eficiência superior a 80 % no controle de cochonilha *Protopulvinaria pyriiformis* em schefflera, sendo equivalente ao controle proporcionado pelo inseticida sistêmico e superior ao do óleo emulsionável a 1 %. Não existem restrições de uso impostas pela legislação, mas sugere-se que formulações com sabões e detergentes neutros sejam utilizadas, pois outros tipos de formulações podem contaminar cursos d'água adjacentes.

Considerações finais

Existem diversos tipos de insumos alternativos com propriedades inseticidas disponíveis e de fácil aquisição ou preparação por produtores em sistemas agroecológicos. Com o crescimento da produção orgânica, as pesquisas com a utilização de insumos alternativos para o controle de pragas e doenças têm sido grandemente impulsionadas. Notadamente, muitos desses produtos representam uma alternativa viável e apresentam diversas vantagens em relação aos inseticidas sintéticos. Dentre elas estão a menor probabilidade de ocorrência de evolução da resistência em pragas-alvo, a maior segurança à saúde humana e ambiental, e o menor impacto sobre a biodiversidade de organismos benéficos à agricultura. Muitos desses insumos, entretanto, dependem de uma avaliação mais complexa sobre sua inocuidade às espécies não-alvo, à saúde humana e à contaminação ambiental. Dessa forma, esses produtos poderão ser utilizados de forma correta e de acordo com as recomendações estabelecidas por pesquisas científicas e respaldadas por produtores e extensionistas. Isso permitirá que além do controle de pragas, ocorra uma redução dos custos da produção e da contaminação ambiental, especialmente no contexto da agricultura familiar. Portanto, a transferência e difusão de tecnologias de forma eficiente e segura dependerá do trabalho em conjunto de instituições de pesquisa, legisladores e extensão rural.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) 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. Embrapa Agrobiologia, 2005. 58p. (Documentos Embrapa N° 205).
- AKOL, A. M. *et al.* Relative safety of sprays of two neem insecticides to *Diadegma mollipla* (Holmgren), a parasitoid of the diamondback moth: effects on adult longevity and foraging behaviour. **Crop Protection**, v. 21, p. 853–859, 2002.
- 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.
- ALTIERI, M. A. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 74, p. 19–31, 1999.
- AMARAL, R. L. *et al.* Does ingestion of neem-contaminated diet cause mortality of honey bee larvae and foragers? **Journal of Apicultural Research**, v. 54, p. 405–410, 2016.
- AMOABENG, B. W. *et al.* Tri-Trophic Insecticidal Effects of African Plants against Cabbage Pests. **PLoS ONE**, v. 8, n. 10, p. 1–10, 2013.
- AZEVEDO, F. R. *et al.* Eficiência de produtos naturais para o controle de *Bemisia tabaci* biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em meloeiro. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 72, n. 1, p.73–79, 2005.
- AZEVEDO, F. R. *et al.* Eficiência de produtos naturais no controle de *Callosobruchus maculatus* (Fab.) em feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) armazenado. **Revista Ciência Agrônômica**, 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.
- BALDIN, E. L. L. *et al.* Controle de mosca-branca com extratos vegetais, em tomateiro cultivado em casa-de-vegetação. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p. 602–606, 2007.
- BARBOSA, F. S. *et al.* Insecticide effects of *Ruta graveolens*, *Copaifera langsdorffii* and *Chenopodium ambrosioides* against pests and natural enemies in commercial tomato plantation. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 33, n. 1, p. 37–43, 2011.
- BARBOSA, W. F. *et al.* Biopesticide-induced behavioral and morphological alterations in the stingless bee *Melipona quadrifasciata*. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 34, p. 2149–2158, 2015.

- BASS, C. *et al.* The global status of insect resistance to neonicotinoid insecticides. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 121, p. 78–87, 2015.
- BECKER, C. **Avaliação da Atividade Acaricida de Óleos Essenciais de *Acanthospermum australe* (Loefl.) O. Kuntze, *Casearia sylvestris* Sw e *Pothomorphe umbellata* (L.) Miq., em *Tetranychus urticae* Koch, 1836 (Acari: Tetranychidae)**. 2008. 37 p. (Mestrado). Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2008.
- BERNARDES, R. C. *et al.* Azadirachtin-induced antifeeding in Neotropical stingless bees. **Apidologie**, v. 48, p. 275–285, 2017a.
- BERNARDES, R. S. *et al.* Efeito de extrato aquoso de *Campomanesia xanthocarpa* sobre o ciclo de vida da Traça-das-Crucíferas (*Plutella xylostella*) (Lepidoptera: plutellidae). **Cadernos de Agroecologia**, v. 11, n. 2, p. 1–7, 2017b.
- BIERMANN, A. C. S. **Bioatividade de Inseticidas Botânicos sobre *Ascia monuste orseis* (Lepidoptera: pieridae)**. 2009. 72 p. (Mestrado). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.
- BOTTI, J. M. C. **Potencial de uso de extratos de mamona, pimenta e pinhão manso sobre o manejo do ácaro rajado**. 2015. (Monografia). Instituto Federal do Espírito Santo, Colatina, 2015.
- BOTTI, J. M. C. *et al.* Controle alternativo do *Brevicoryne brassicae* (Hemiptera: Aphididae) com extratos de diferentes espécies de plantas. **Agrária-Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 10, n. 2, p. 178–183, 2015.
- BREDA, M. O. *et al.* Inseticidas botânicos aplicados sobre *Aphis gossypii* e seu predador *Cycloneda sanguinea* em algodão-colorido. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 11, p. 1424–1431, 2011.
- BRITO, J. P.; OLIVEIRA, J. E. M.; BORTOLI, S. A. Toxicidade de óleos essenciais de *Eucalyptus* spp. sobre *Calosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (Coleoptera: Bruchidae). **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 6, p. 96–103, 2006.
- BURRIDGE, L. E.; HAYA, K. Lethality of Pyrethrins to Larvae and Postlarvae of the American Lobster (*Homarus americanus*). **Ecotoxicology and Environmental Safety**. v. 38, p. 150–154, 1997.
- CAMPOS, A. C. T. *et al.* Atividade repelente e inseticida do óleo essencial de carqueja doce sobre o caruncho do feijão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 8, p. 861–865, 2014.
- CARVALHINHO, D. T. *et al.* Toxicidade de extratos de *Anadenanthera macrocarpa* (Fabaceae: Mimosoideae) e *Bougainvillea buttiana* (Nyctaginaceae) para lepidópteros-praga. **Biotemas**, v. 30, n. 2, p. 15–24, 2017.
- CARVALHO, T. M. B. **Avaliação de extratos vegetais no controle de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) e *Oligonychus ilicis* (Mcgregor, 1917) (Acari: Tenuipalpidae, Tetranychidae) em cafeeiros**. 2008. 101 p. (Mestrado). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.
- CASTRO, M. J. P.; SILVA, P. H. S.; PÁDUA, L. E. M. Atividade de extrato de *Piper tuberculatum* Jacq. (Piperaceae) sobre *Spodoptera frugiperda* (JE Smith). **Revista Ciência Agrônômica**, v. 39, n. 3, p. 436–442, 2008.

- CAVALCANTE, G. M. *et al.* Potencialidade inseticida de extratos aquosos de essências florestais sobre mosca-branca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 9–14, 2006.
- COITINHO, R. L. B. C. *et al.* Atividade inseticida de óleos vegetais sobre *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae) em milho armazenado. **Revista Caatinga**, v. 19, n. 2, p. 176–182, 2006.
- COLPO, J.; JAHNKE, S. M.; FULLER, T. Potencial inseticida de óleos de origem vegetal sobre *Grapholita molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 16, n. 2, p. 182–188, 2014.
- COSTA, J. P. C. *et al.* Efeitos de espécies de timbós (*Derris* spp.: Fabaceae) em populações de *Musca doméstica*. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.26, p.163–168, 1997.
- DEQUECH, S. T. B. *et al.* Ação de extratos de plantas na oviposição e na mortalidade da traça-das-crucíferas. **Ciência Rural**, v. 39, n. 2, p. 551–554, 2009.
- EDELSON, J. V.; DUTHIE, J.; ROBERTS, W. Toxicity of biorational insecticides: activity against the green peach aphid, *Myzus persicae* (Sulzer). **Pest Management Science**, v. 58, p. 255–260, 2002.
- ELZEN, P. J.; ELZEN, G. W.; LESTER, G. E. Compatibility of an organically based insect control program with honey bee (Hymenoptera: Apidae) pollination in cantaloupes. **Journal of Economic Entomology**, v. 97, p. 1513–1516, 2004.
- FAO. **Guidelines for the production, processing, labelling and marketing of organically produced foods**: proposal for new work: deletion of rotenone from annex 2. Government Comments. Joint FAO/WHO food standards programme. 2008. 2 p.
- 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. 7 p.
- GIRÃO FILHO, J. E. *et al.* Repelência e atividade inseticida de pós vegetais sobre *Zabrotes subfasciatus* Boheman em feijão-fava armazenado. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 16, n. 3, p. 499–504, 2014.
- GONZÁLEZ-ESQUINCA, A. R. *et al.* In Vitro Larvicidal Evaluation of *Annona muricata* L., *A. diversifolia* Saff. and *A. lutescens* Saff. Extracts Against *Anastrepha ludens* Larvae (Diptera: Tephritidae). **Interciencia**, v. 37, n. 4, p. 284–289, 2012.
- GUIMARÃES, S. S. *et al.* Ação repelente, inseticida e fagoínibidora de extratos de pimenta dedo-de-moça sobre o gorgulho do milho. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 81, n. 4, p. 322–328, 2014.
- GUIRADO, N. *et al.* Controle da cochonilha escama-farinha em citros com o uso de óleos em pulverização. **Laranja**, v. 24, n. 2, p. 329–335, 2003.
- HAAS, J. *et al.* Efeito de extratos aquosos vegetais sobre a lagarta-do-cartucho. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 81, n. 1, p. 79–82, 2014.
- HOLLINGWORTH R. *et al.* Newinhibitors of complex I of the mitochondrial electron transport chain with activity as pesticides. **Biochemical Society Transactions**, v. 22, p. 230–233, 1994.

- HOLTZ, A. M. *et al.* Estudo do potencial de *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae) sobre o manejo da cochonilha da roseta. **Revista Agrogeoambiental**, v. 8, p. 11–23, 2016a.
- HOLTZ, A. M. *et al.* Associação de extrato de alho e óleo de pinhão manso no controle de *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae). **Agrotropica**, v. 28, n. 2, 2016b.
- HOLTZ, A. M.; *et al.* Potencial de manejo de *Myzus persicae* com óleo de pinhão manso armazenado em diferentes embalagens. **Revista Agrogeoambiental**, v. 8, p. 41–50, 2016c.
- IMENES, S. D. L. *et al.* Registro de alta infestação e efeito de soluções de sabão no controle da cochonilha *Protospulvinaria pyriformis* Cockerell, 1894 (Hemiptera, Coccidae) em *Schefflera arboricola* (Hayata) Merr. (Araliaceae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 69, n. 1, p. 59–62, 2002.
- 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.
- KIM, S. R.; KIM, I.; KIM, I. S. Evaluation of a pyrethrum emulsion prepared in food-acceptable components in controlling green peach aphid (*Myzus persicae*). **Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry**, v. 52, n. 2, p. 176–179, 2009.
- KNAAK, N. *et al.* Atividade Inseticida de Extratos de Plantas Medicinais sobre *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **BioAssay**, v. 7, p.1–6, 2012.
- KOSKOR, E. *et al.* The chronic effect of the botanical insecticide Neem EC on the pollen forage of the bumble bee *Bombus terrestris* L. **Agronomy Research**, v. 7, p. 341–346, 2009.
- KOUL, O.; WAHAB, S. **Neem: today and in the New Millenium**. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher, 2004. 276 p.
- 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.
- LADURNER, E. *et al.* Assessing delayed and acute toxicity of five formulated fungicides to *Osmia lignaria* Say and *Apis mellifera*. **Apidologie**, v. 36, p. 449–460, 2005.
- LIMA, R. K. *et al.* Composição dos óleos essenciais de Anis-estrelado *Illicium verum* L. e de Capim-limão *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf: Avaliação do efeito repelente sobre *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hemiptera:Aphididae). **BioAssay**, v. 3, p. 1–6, 2009a.
- LIMA, R. K. *et al.* Atividade inseticida do óleo essencial de pimenta longa (*Piper hispidinervum* C. DC.) sobre lagarta-do-cartucho do milho *Spodoptera frugiperda* (JE Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Acta amazônica**, v. 39, p. 377–382, 2009b.
- LIMA, R. K. *et al.* Caracterização química do óleo essencial de folhas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) e seus efeitos no comportamento da lagarta-do-cartucho do milho *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33. p. 1777–1781, 2009c.
- STANSLY, P. A. Insecticidal activity of surfactants and oils against silverleaf whitefly (*Bemisia argentifolii*) nymphs (Homoptera: Aleyrodidae) on collards and tomato. **Pest Management Science**, v. 56, n. 10, p. 861–866, 2000.

- LOPES, E. B. *et al.* Desempenho do óleo de laranja no controle da cochonilha-do-carmim em palma gigante. **Engenharia Ambiental**, v. 6, n. 1, p. 252–258, 2009.
- LOURENÇO, A. M. **Toxicidade e repelência do óleo essencial de *Negramina* para lagarta-do-cartucho e lagarta-da-soja**. 2016. 75 p. (Mestrado) Universidade Federal do Tocantis, Gurupi, 2016.
- MATA, R. F. F. **Effect of aqueous extracts of *Cabralea canjerana* subsp. *polytricha* (Adr. Juss.) Penn. (Meliaceae) in the biological control of *Brevycorine brassicae* (L.) (Hemiptera: Aphididae) and *Ascia monuste orseis* (Godart) (Lepidoptera: Pieridae)**. 2007. 76 p. (Mestrado). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007.
- MAZZONETTO, F. *et al.* Ação de inseticidas botânicos sobre a preferência alimentar e sobre posturas de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho. **EntomoBrasilis**. v. 6, n. 1, p. 34–38, 2013.
- MELATHOPOULOS, A. P. *et al.* Comparative laboratory toxicity of neem pesticides to honey bees (Hymenoptera: Apidae), their mite parasites *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) and *Acarapis woodi* (Acari: Tarsonemidae), and brood pathogens *Paenibacillus larvae* and *Ascophaera apis*. **Journal of Economic Entomology**, v. 93, p. 199–209, 2000.
- MELO, B. A. *et al.* Bioatividade de pós de espécies vegetais sobre a reprodução de *Callosobruchus maculatus* (FABR. 1775) (COLEOPTERA: BRUCHIDAE). **Bioscience Journal**, v. 30, p. 346–353, 2014.
- MENDONÇA, C. G.; RAETANO, C. G.; MENDONÇA, G. G. Tensão superficial estática de soluções aquosas com óleos minerais e vegetais utilizados na agricultura. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, p. 16–23, 2007.
- MIGLIORINI, P.; LUTINSKI, J. A.; GARCIA, F. R. M. Eficiência de extratos vegetais no controle de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae), em laboratório. **Revista Biotemas**, v. 23, n. 1, p. 83–89, 2010.
- MORDUE, A. J.; NISBET, A. J. Azadirachtin from the neem tree *Azadirachta indica*: its action against insects. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, p. 615–632, 2000.
- MOREIRA, M. D. *et al.* Controle biológico conservativo. In: VENZON, M.; PAULA J. R.; PALLINI, A. **Controle alternativo de pragas e doenças**. Viçosa: EPAMIG/CTZM, 2006. p. 89–120.
- MOURÃO, S. A. *et al.* Seletividade de extratos de nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) ao ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* (Denmark & Muma) (Acari: Phytoseiidae). **Neotropical Entomology**, v. 33, p. 613–617, 2004.
- NAUMANN, K.; CURRIE, R. W.; ISMAN, M. B. Evaluation of the repellent effect of a neem insecticide on foraging honey bees and other pollinators. **The Canadian Entomologist**, v. 126, p. 225–230, 1994.
- NAUMANN, K.; ISMAN, M. B. Toxicity of a Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) Insecticide to Larval Honey Bees. **American Bee Journal**, v. 136, p. 518–520, 1996.

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.

OBRZUT, V. V.; CARVALHO, R. I. N. Utilização do óleo essencial de sassafrás para o manejo da mariposa oriental em pessegueiro. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 9, n. 1, p. 65–71, 2011.

OLIVEIRA, J. M. **Potencial de extratos vegetais no controle de *Polyphagotarsonemus latus*, *Tetranychus urticae* e *Myzus persicae***. 2013. 57 p. (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

PENG, C. Y. S. *et al.* The effects of azadirachtin on the parasitic mite, *Varroa jacobsoni* and its host honey bee (*Apis mellifera*). **Journal of Apicultural Research**, v. 39, p. 159–168, 2000.

PEREIRA, A. C. R. L. *et al.* Atividade inseticida de óleos essenciais e fixos sobre *Callosobruchus maculatus* (FABR., 1775) (Coleoptera: Bruchidae) em grãos de caupi [*Vigna unguiculata* (L.) WALP.]. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, p. 717–724, 2008.

SANTA-CECÍLIA, L. V. C. *et al.* Extratos de plantas no controle de *Planococcus citri* (RISSO, 1813) (Hemiptera: Pseudococcidae) em cafeeiro. **Coffee Science**, v. 5, n. 3, p. 283–293, 2010.

SANTOS, M. R. A. *et al.* Atividade inseticida do óleo essencial de *Schinus terebinthifolius* Raddi sobre *Acanthoscelides obtectus* Say e *Zabrotes subfasciatus* Boheman. **Fitos**, v. 3, n. 1, p. 77–84, 2007.

SCHMUTTERER, H. Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica*. **Annual Review of Entomology**, v. 35, p. 271–229, 1990.

SCHMUTTERER, H. Side effects of neem (*Azadirachata indica*) products on insect pathogens and natural enemies of spider mites and insects. **Journal of Applied Entomology**, v. 121, p. 121–128, 1997.

SILVA, F. A. C.; MARTINEZ, S. S. Effect of neem seed oil aqueous solutions on survival and development of the predator *Cycloneda sanguinea* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae). **Neotropical Entomology**, v. 33, p. 751–757, 2004.

SILVA, T. S. D. A. *et al.* Potencial inseticida de plantas medicinais encontradas na Amazônia Central contra o pulgão-da-couve *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hemiptera: Aphididae). **EntomoBrasilis**, v. 10, n. 2, p. 106–111, 2017.

SILVA, V. P.; PEREIRA, M. J. B.; TURCHEN, L. M. Efeito de extratos vegetais no controle de *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae) em lavoura de soja na região sudoeste do estado do Mato Grosso. **Revista de Agricultura**, v. 88, n. 3, p. 185–190, 2013.

SINGH, K. K. *et al.* **Neem, a treatise**. New Delhi: International Publishing House, 2008. 546 p.

SUJII, E. R. *et al.* **Práticas culturais no manejo de pragas na agricultura orgânica**. In: VENZON, M.; JÚNIOR, T. J. P.; PALLINI, A. (Eds). Controle alternativo de pragas e doenças na agricultura orgânica. EPAMIG, Viçosa, p. 143–168, 2010.

- THOMPSON, H. *et al.* The effects of four insect growth-regulating (IGR) insecticides on honeybee (*Apis mellifera* L.) colony development, queen rearing and drone sperm production. **Ecotoxicology**, v. 14, p. 757–769, 2005.
- TORRECILLAS, S. M.; VENDRAMIM, J. D. Extrato aquoso de ramos de *Trichilia pallida* e o desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* em genótipos de milho. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 1, p. 27–31, 2001.
- TOSCANO, N. C. *et al.* Responses to azadirachtin and pyrethrum by two species of *Bemisia* (Homoptera: Aleyrodidae). **Horticultural Entomology**, v. 90, p. 583–589, 1997.
- UN - UNITED NATIONS. Report of the special rapporteur on the right for food. General assembly: Human rights council, 2017, 24 p.
- VENZON, M. *et al.* Manejo agroecológico das pragas das fruteiras. **Informe Agropecuário**, v. 37, p. 72–81, 2016.
- VENZON, M. *et al.* **Potencial de produtos alternativos para o controle de pragas.** In: POLTRONIERI, L. S.; ISHIDA, A. K. N. Métodos alternativos de controle de insetos-praga, doenças e plantas daninhas. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2008a. p. 263-287.
- VENZON, M. *et al.* Toxicidade letal e subletal do nim sobre o pulgão-verde e seu predador *Eriopsis connexa*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 627–631, 2007.
- VENZON, M. *et al.* **Controle de ácaros no cafeeiro com uso de calda sulfocálcica.** Viçosa: EPAMIG/CTZM, 2008b. 3 p. (Circular técnica, 27).
- VENZON, M. *et al.* Lime sulfur toxicity to broad mite, to its host plants and to natural enemies. **Pest Management Science**, v. 69, p. 738-743, 2013.
- VENZON, M. *et al.* Manejo agroecológico de pragas. **Informe Agropecuário**, v. 36, p. 24–34, 2015.
- VERONEZ, B.; SATO, M. E.; NICASTRO, R. L. Toxicidade de compostos sintéticos e naturais sobre *Tetranychus urticae* e o predador *Phytoseiulus macropilis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 4, p. 511–518, 2012.
- VIEIRA, L. *et al.* Efeito de extratos de *Aristolochia lagesiana* (Aristolochiaceae) sobre a lagarta-da-soja, *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 76, p. 245–250, 2009.
- XAVIER, V. M. *et al.* Impact of Botanical Insecticides on Indigenous Stingless Bees (Hymenoptera: Apidae). **Sociobiology**, v. 56, p. 713–725, 2010.
- ZAPATA, N. *et al.* Toxicidad de malation, pimetrocina, piretrinas naturales+PBO y triflumuron en adultos del parasitoide *Psyttalia concolor* (Szepligeti) (Hym.:Braconidae) según el modo de aplicación. **Boletín de Sanidad Vegetal Plagas**, v. 31, p. 111–118, 2005.
- ZEHNDER, G. *et al.* Arthropod pest management in organic crops. **Annual Review of Entomology**, v. 52, p. 57–80, 2007.
- ZORZETTI, J. *et al.* Extratos vegetais sobre *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae) e *Beauveria bassiana*. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 1, p. 2849–2862, 2012.

Capítulo 4

Declínio de abelhas silvestres e agroecologia

Rodrigo Cupertino Bernardes, Raquel Diniz Marques, Maria Augusta Pereira Lima

Introdução

A importância da polinização como um serviço ecossistêmico está bem estabelecida e a redução das populações de polinizadores é debatida há décadas, principalmente no caso das abelhas, devido à sua importância como vetores de pólen (VANBERGEN, 2013; CARDOSO, GONÇALVES, 2018). Muitas expressões são utilizadas para designarem esse fenômeno tais como “crise global dos polinizadores”, “declínio dos polinizadores”, “desordem do colapso das colmeias”, ou “declínio de abelhas”. Esses termos são usados, algumas vezes de forma equivocada, por pesquisadores, mídia e público em geral para se referirem à redução populacional de abelhas domesticadas ou silvestres. Portanto, é importante salientar que a “crise dos polinizadores” é consequência do declínio nas populações de polinizadores, que ocasiona déficits de polinização em diferentes ecossistemas, incluindo áreas agrícolas e biomas ameaçados (GARIBALDI *et al*, 2016; EERAERTS *et al*, 2017).

O declínio dos polinizadores começou a chamar atenção do público e da mídia a partir do inverno de 2006, quando registrou-se uma mortalidade excessiva de colmeias de abelhas melíferas, *Apis mellifera*, nos EUA (VANENGELSDORP *et al*, 2007). O fenômeno, denominado “síndrome do colapso das colmeias” (em inglês “colony collapse disorder”, CCD), também detectado na Europa, foi caracterizado por: 1) desaparecimento de abelhas adultas das colmeias; 2) ausência de inimigos naturais nos ninhos e 3) falta de sintomas do ataque de patógenos e parasitas conhecidos. Além disso, operárias mortas não eram encontradas, ao contrário da cria e da rainha, que permaneciam vivas no interior dos ninhos (VANENGELSDORP *et al*, 2007). Apesar do número crescente de pesquisas desenvolvidas sobre CCD, o declínio global de abelhas melíferas domesticadas ainda é motivo de controvérsia (EISENSTEIN, 2015; GOULSON *et al*, 2015; RUTAN, LUCAS, LIANG, 2015; MORITZ, ERLER, 2016).

Além das abelhas melíferas, populações de abelhas silvestres também estão sendo reduzidas globalmente. Pesquisas mais recentes indicam que a redução das populações de abelhas melíferas e silvestres provavelmente tem causa multifatorial e está associada, ao menos em parte, à exposição delas a compostos tóxicos (GOULSON *et al*, 2015; FENG *et al*, 2018). Entretanto, ainda são escassas informações sobre os principais agentes estressores a abelhas silvestres, principalmente envolvendo espécies tropicais (LIMA *et al*, 2016).

A importância das abelhas melíferas como polinizadoras de culturas agrícolas é inquestionável, mas os polinizadores nativos muitas vezes são melhores adaptados para polinizar plantas silvestres e culturas agrícolas (HOLZSCHUH, DUDENHÖFFER, TSCHARNTKE, 2012). As abelhas sem ferrão (Apidae: Meliponini) são abelhas sociais com distribuição Pantropical que atuam como polinizadores de plantas nativas e cultivadas, principalmente na região Neotropical. Diferentemente dos outros grupos de abelhas, esses insetos perderam, ao longo da evolução, a capacidade de ferroarem - essas abelhas possuem ferrão atrofiado e não têm glândulas de veneno. A riqueza e abundância do grupo, a capacidade de recrutarem companheiras de ninho e a constância floral fazem delas um importante grupo de polinizadores tropicais. Portanto, a conservação de abelhas sem ferrão é fundamental, uma vez que elas podem compensar a ausência da polinização por abelhas melíferas, aumentando a produção agrícola em muitas culturas (GIANNINI *et al*, 2015). Além disso, espécies muito generalistas com alta capacidade de dispersão, como *Trigona spinipes*, podem ser utilizadas para aumentar a polinização para recuperação de áreas degradadas (JAFFÉ *et al*, 2016).

Apesar da importância como polinizadores-chave, e secundariamente para a produção de mel, a redução das populações de abelhas sem ferrão foi detectada em diferentes biomas, inclusive na América Latina (BROWN, OLIVEIRA, 2014). O número de espécies ameaçadas de abelhas sem ferrão está aumentando no mundo e, para muitas espécies brasileiras, o risco de extinção não pode ser avaliado em virtude da insuficiência de dados. Atualmente, algumas espécies estão em perigo de extinção, como *Melipona capixaba*, ou quase ameaçadas de extinção, como *Geotrigona xanthopoda* (ICMBio, 2018). Além disso, espécies endêmicas de áreas remotas podem ser extintas antes da descrição biológica, principalmente em países megadiversos como o Brasil.

Muitas abelhas sem ferrão são suscetíveis ao desmatamento, o que pode estar associado ao hábito de nidificação em troncos de árvores (BROSI, 2009; BROWN, OLIVEIRA, 2014). Estudos de modelagem demonstraram que a fragmentação de *habitats*, juntamente com alterações climáticas, podem modificar a distribuição das abelhas sem ferrão em um futuro próximo, podendo ocasionar queda no serviço de polinização em alguns locais (CARVALHO, DEL LAMA, 2015; GIANNINI *et al*, 2015). Outros fatores como a competição com espécies exóticas, a escassez de recursos florais e a introdução de patógenos podem também contribuir para a mortalidade dessas abelhas (ROULSTON, GOODELL, 2011; HUDEWENZ, KLEIN, 2013; ALVAREZ *et al*, 2018)

Conjuntamente, esses fatores podem explicar em parte a perda de colônias silvestres, mas colônias de abelhas sem ferrão mantidas em apiários também estão declinando nas últimas décadas, apesar do crescente interesse científico e econômico em seus produtos. Dentre as espécies domesticadas, a falta de experiência de apicultores é uma das razões apontadas para a mortalidade de ninhos de abelhas sem ferrão manejados (VILLANUEVA-GUTIÉRREZ *et al*, 2013).

Apesar da escassez de estudos sobre a contaminação dessas abelhas em campo, pesquisas recentes detectaram a presença de agroquímicos em colônias silvestres e manejadas de abelhas sem ferrão (SOUZA ROSA *et al*, 2015; RODRIGUES *et al*, 2018). Essa comprovação indica a necessidade de avaliação dos riscos desses compostos sobre abelhas sem ferrão (BARBOSA, SMAGGHE, GUEDES, 2015). Atualmente, a maioria dos estudos toxicológicos com essas abelhas é focada em inseticidas (LIMA *et al*, 2016), entretanto outros agroquímicos podem prejudicar a fisiologia e comportamento das abelhas sem ferrão (RODRIGUES *et al*, 2016; SEIDE *et al*, 2018; BOTINA *et al*, 2019).

No Brasil, a escassez de informações sobre o tema é particularmente preocupante, em virtude da importância das abelhas sem ferrão para a agricultura nacional. Dentre as pesquisas disponíveis, há grande variação entre os métodos de estudo empregados, tipos de rota de exposição usadas, espécies testadas, tipos de agroquímicos estudados e parâmetros toxicológicos investigados. Além disso, a maioria dos estudos testou apenas a letalidade dos pesticidas às abelhas, porém efeitos subletais também podem ser muito nocivos aos indivíduos e às colônias (LIMA *et al*, 2016). Neste capítulo, serão discutidas as principais implicações da contaminação das abelhas sem ferrão por

agroquímicos para a agroecologia. Serão abordadas as possíveis rotas de exposição das abelhas em campo; como os agroquímicos podem prejudicá-las; e como estudos ecotoxicológicos devem ser conduzidos para melhorar a conservação desses polinizadores, principalmente em culturas agrícolas.

Rotas de exposição de abelhas sem ferrão a agroquímicos

Como ocorre com outras abelhas, as sem ferrão podem ser contaminadas por agroquímicos durante as pulverizações ou por meio do contato ou ingestão de recursos contaminados (BRITAIN, POTTS, 2011). A probabilidade de exposição em campo dessas abelhas em relação a outras espécies é supostamente alta, devido à sua riqueza e abundância em países tropicais com grandes áreas cultivadas e que utilizam quantidades expressivas de agroquímicos. Recentemente foi demonstrado que *Plebeia* sp. (Apidae: Meliponini) mantém a taxa de visitação floral em cultivos de melão tratados com diferentes pesticidas, diferentemente de outras abelhas (TSCHOEKE *et al*, 2019).

As abelhas sem ferrão têm várias estratégias de recrutamento para otimizar a coleta de recursos florais. Modificações no comportamento de forrageamento causadas por compostos tóxicos podem reduzir o valor adaptativo da colônia, embora essa hipótese ainda não tenha sido testada em campo. Nessas abelhas, a atratividade ou a repelência causada pela contaminação de recursos alimentares varia de acordo com a espécie e com o tipo de formulação testada (SÁNCHEZ *et al*, 2012; GÓMEZ-ESCOBAR *et al*, 2014; BERNARDES *et al*, 2017).

A maioria das abelhas sem ferrão é menor do que outras abelhas sociais, como abelhas melíferas e mamangavas (Apidae: Bombini). Consequentemente, as suas distâncias de forrageamento são menores, aumentando as chances de coleta de recursos em áreas contaminadas. Além disso, abelhas menores têm relativamente uma área corporal maior para absorção de contaminantes, devido à sua alta relação entre superfície e volume corporal (BRITAIN, POTTS, 2011). Pesquisas que compararam a toxicidade entre abelhas de diferentes grupos demonstraram que, em geral, as abelhas sem ferrão são mais suscetíveis aos contaminantes que abelhas melíferas (ARENA, SGOLASTRA, 2014; DEL SARTO *et al*, 2014; TOMÉ *et al*, 2015). Os fatores que determinam a maior suscetibilidade das abelhas sem ferrão a alguns agroquímicos

precisam ser investigados, para o estabelecimento de estratégias de manejo do uso desses compostos que favoreçam as populações desses polinizadores.

Características da história de vida das abelhas sem ferrão também podem aumentar a probabilidade de exposição a contaminantes. Apesar de serem sociais, a maioria delas tem ninhos menos populosos que as abelhas melíferas e o aumento da mortalidade de operárias pode afetar mais seriamente as colônias. O tempo de desenvolvimento também é maior em relação às abelhas melíferas, o que pode ser duplamente prejudicial - larvas serão cronicamente expostas ao alimento larval contaminado por mais tempo e a substituição de abelhas adultas mortas é mais lenta (VALDOVINOS-NÚÑEZ *et al*, 2009). Além disso, ao invés do provisionamento progressivo de alimento para as larvas, como ocorre em abelhas melíferas, as abelhas sem ferrão adotam a estratégia de provisionamento massal, ou seja, as larvas são alimentadas uma única vez pelas operárias, com quantidade de alimento suficiente para completarem o desenvolvimento. Conseqüentemente, elas têm maior probabilidade de receber alimento contaminado coletado em campo, principalmente pólen (LIMA *et al*, 2013). Experimentos de exposição *in vitro* das larvas a contaminantes têm demonstrado que, nesse cenário, alguns agroquímicos são muito tóxicos às abelhas (TOMÉ *et al*, 2012; BERNARDES *et al*, 2018; SEIDE *et al*, 2018; ARAUJO *et al*, 2019).

As rotas de exposição e possíveis efeitos dos agroquímicos sobre indivíduos de diferentes sexos e castas também são áreas importantes que são negligenciadas em estudos sobre a análise de risco envolvendo essas abelhas. Algumas questões que devem ser pesquisadas são:

- 1) *A proporção entre machos e fêmeas é alterada após a contaminação colonial?*
- 2) *Os machos, rainhas virgens e rainhas acasaladas serão expostos aos contaminantes?*
- 3) *Quais são os efeitos letais e subletais dessa exposição sobre esses indivíduos?*
- 4) *A exposição subletal ao longo do desenvolvimento e antes do acasalamento prejudica o valor adaptativo das colônias ou o comportamento sexual?*
- 5) *Rainhas acasaladas e intoxicadas reduzem a postura ou produzem cria anormal?*
- 6) *Diferentes castas (rainhas ou operárias) e sexos (machos e fêmeas) da mesma espécie têm suscetibilidade diferente aos agroquímicos?*
- 7) *A contaminação altera os comportamentos de enxameagem, de fundação de colônias ou de agregação de machos para a cópula?*

Apesar da importância desses estudos, poucas pesquisas avaliaram, por exemplo, os possíveis efeitos dos agroquímicos sobre os indivíduos responsáveis pela reprodução

das colônias. Rainhas virgens e machos de *Melipona becheei* foram mais suscetíveis a agroquímicos do que operárias (VALDOVINOS-NUÑEZ *et al*, 2009). Larvas de *Plebeia droryana* tratadas com alimento larval contaminado com inseticida desenvolveram-se em operárias, apesar de terem sido criadas artificialmente para originarem rainhas (SANTOS *et al*, 2016). A ingestão de um inseticida de origem botânica também alterou a sobrevivência e o desenvolvimento do sistema reprodutor de *Partamona helleri* (BERNARDES *et al*, 2018).

Finalmente, a escassez de estudos em campo sobre os prejuízos causados às colônias aumenta as incertezas sobre como as colônias responderão à contaminação das operárias. Se intoxicações causarem morte das operárias em campo, pode ser que as colônias não sejam contaminadas. Entretanto, a perda dessas operárias provavelmente será deletéria às colônias. Por outro lado, efeitos subletais sobre operárias podem prejudicar o sistema sensorial e as atividades neuromotoras, alterando comportamentos de locomoção, importantes para o forrageamento e a polinização (TOMÉ *et al*, 2012; BARBOSA *et al*, 2015; ARAUJO *et al*, 2019). Além disso, operárias que conseguem retornar às colônias com alimento contaminado, podem expor as companheiras de ninho e a cria à contaminação. Portanto, as metodologias de análise de risco de agroquímicos a abelhas sem ferrão devem ser implementadas de forma holística, para o estabelecimento de concentrações de agroquímicos que sejam pouco tóxicas aos polinizadores, particularmente às espécies silvestres.

Abelhas sem ferrão e agroecologia

O manejo racional das abelhas sem ferrão, conhecido como meliponicultura, é uma prática ancestral adotada em diferentes biomas tropicais, principalmente por populações nativas, como índios amazônicos, aborígenes australianos e maias no México (QUEZADA-EUÁN, MAY-ITZÁ, GONZÁLEZ-ACERETO, 2001; JAFFÉ *et al*, 2015). Apesar da importância da meliponicultura para a utilização de abelhas para polinização, para a produção de produtos apícolas e para a conservação desses insetos, na maioria dos locais ela é uma atividade realizada de forma informal, não padronizada e sem treinamento adequado dos meliponicultores (JAFFÉ *et al*, 2015; MAIA *et al*, 2015). Consequentemente, a criação dessas abelhas está sofrendo um importante declínio em algumas regiões onde a meliponicultura é uma atividade secular, com a

perda de informações tradicionais transmitidas entre gerações (QUEZADA-EUÁN, MAY-ITZÁ, GONZÁLEZ-ACERETO, 2001).

A associação entre meliponicultura e cultivos agroecológicos deve ser estimulada, em virtude da importância das abelhas sem ferrão para a polinização de plantas cultivadas e para a conservação da biodiversidade local. A existência de técnicas de manejo e domesticação para muitas espécies, além da ausência de acidentes com ferroadas são razões que facilitam o uso de colônias em sistemas agroecológicos. Entretanto, pesquisas científicas sobre os benefícios dessa associação ainda são muito incipientes. Além disso, são necessários estudos sobre como as estratégias de manejo em cultivos agroecológicos e orgânicos podem interferir na sobrevivência e atividade de polinização das abelhas.

Estudos ecotoxicológicos com extratos botânicos e pesticidas de origem natural, cujo uso é permitido em cultivos agroecológicos, são fundamentais para o estabelecimento de compostos e de concentrações de baixo risco para as abelhas. Alguns extratos botânicos têm risco reduzido às abelhas sem ferrão em relação a compostos sintéticos (PEREIRA, 2016). Entretanto, a origem de um produto não é determinante da sua toxicidade às abelhas e alguns compostos de origem natural, como as espinosinas, são mais tóxicos às abelhas sem ferrão que agroquímicos sintéticos (TOMÉ *et al*, 2015). Agroquímicos como o óleo de nim também são tóxicos às abelhas sem ferrão, embora causem menor letalidade do que agroquímicos sintéticos (BERNARDES *et al*, 2017; 2018). Portanto, os agricultores e meliponicultores devem ser orientados sobre os riscos e benefícios do uso da meliponicultura em associação aos cultivos agroecológicos previamente à sua implementação.

Para fornecer informações sobre estudos científicos que já foram conduzidos a respeito de uma possível associação entre agroecologia, o uso de agroquímicos e a criação de abelhas, em geral, e de abelhas sem ferrão, em particular, nós realizamos buscas nas bases Scopus (Elsevier) e Web of Science (coleção principal, Clarivate Analytics), considerando os anos entre 1974 e 2019. Os trabalhos selecionados foram do tipo artigo científico e limitados ao idioma inglês. Os termos das buscas poderiam estar contidos no título, resumo ou palavras-chave dos trabalhos.

A heurística foi definida da seguinte maneira: (agroecology OR ecology OR ecotoxicology OR toxicology OR physiology OR sustainable OR agricultur* OR environment) AND (pollinator*) AND (impact OR decline OR disorder OR lethal OR

sublethal OR risk OR effect OR assessment OR health* OR loss*) AND (polluent OR agrochemical OR chemical OR pesticide OR insecticide OR "land use" OR tillage OR farm* OR degradation OR "crops protection" OR "transgenic" OR bt OR "toxin" OR disease OR mite OR parasite OR virus OR bacteria).

Também foi realizada uma mineração de texto para destacar as palavras-chave mais usadas nos títulos dos artigos. Os textos extraídos dos títulos dos artigos foram processados para excluir caracteres especiais (e.g., “/”, “@” e “|”), remover espaços em branco desnecessários, evitar a conversão do texto para minúsculas, e eliminar algumas palavras comuns da linguagem (ex.: “can”, ”may”, “also” “the”, “we”), além de números e pontuação. Essas análises foram realizadas no software R (R Core Team, versão 3.4.4, 2018).

De acordo com o critério de busca, foram encontrados 1434 artigos dos quais 498 foram produzidos nos Estados Unidos, seguidos pelo Reino Unido com 290, Alemanha com 226, Canadá com 99 e França com 97. Com 90 publicações, o Brasil ficou em 6º lugar no ranking de produção de artigos sobre o assunto (Figura 1). Houve um aumento expressivo na quantidade de artigos abordando o tema a partir dos anos 2000 (Figura 2). As quatro palavras mais importantes dentre os trabalhos realizados sobre o assunto desde 1974 foram "bee" ou “bees”, "honey" e "effects" (Figura 3). As palavras associadas com as abelhas melíferas ocorreram em maior quantidade. O termo “honey” apareceu 208 vezes, “apis” 82 vezes e “mellifera” 74 vezes. Em relação às abelhas sem ferrão, as palavras mais frequentes foram “stingless” (24 vezes) e “meliponini” (4 vezes). A Figura 4 mostra as 30 palavras que foram mais frequentes após a busca realizada de acordo com os critérios descritos acima.

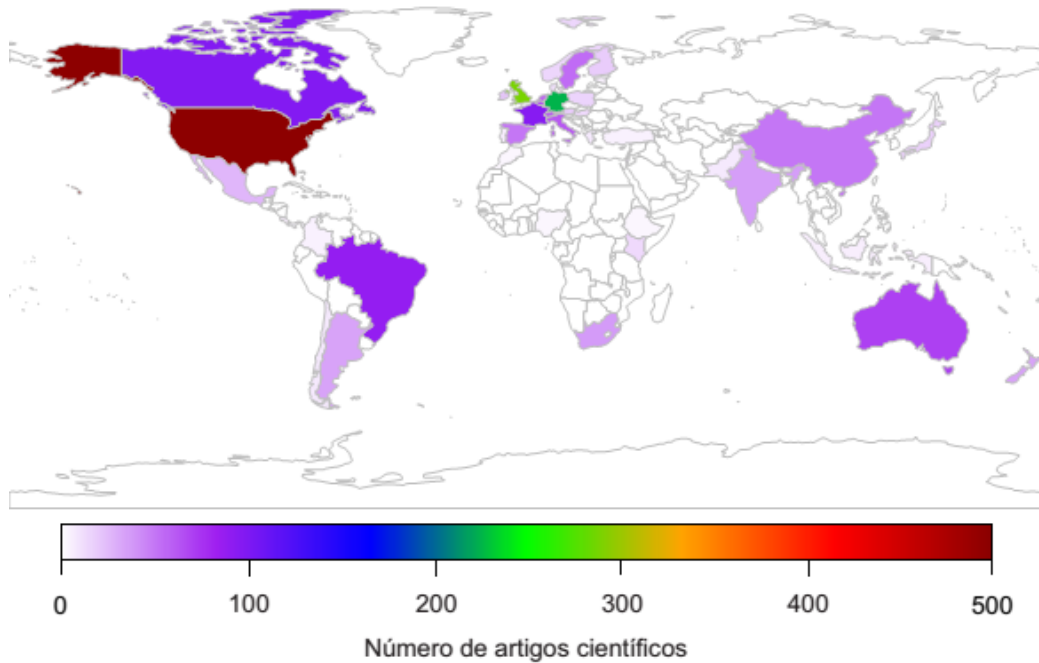


Figura 1. Distribuição global da produção dos artigos científicos selecionados de acordo com o critério de busca (detalhes no texto) entre 1974 e 2019. Fonte: elaborado pelos autores.

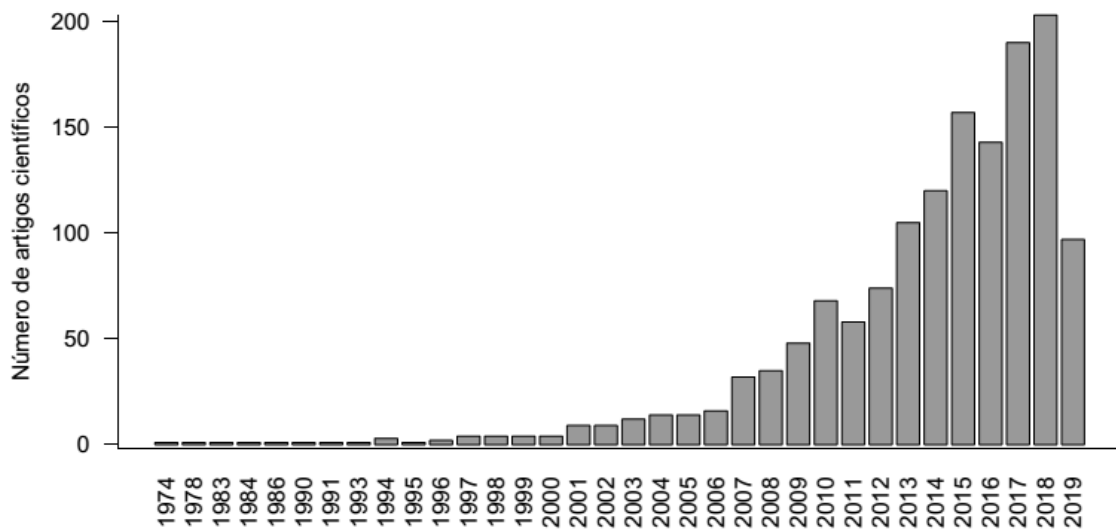


Figura 2. Artigos publicados entre os anos de 1974 e 2019. Os artigos científicos foram selecionados de acordo com o critério de busca (detalhes no texto). Fonte: elaborado pelos autores.

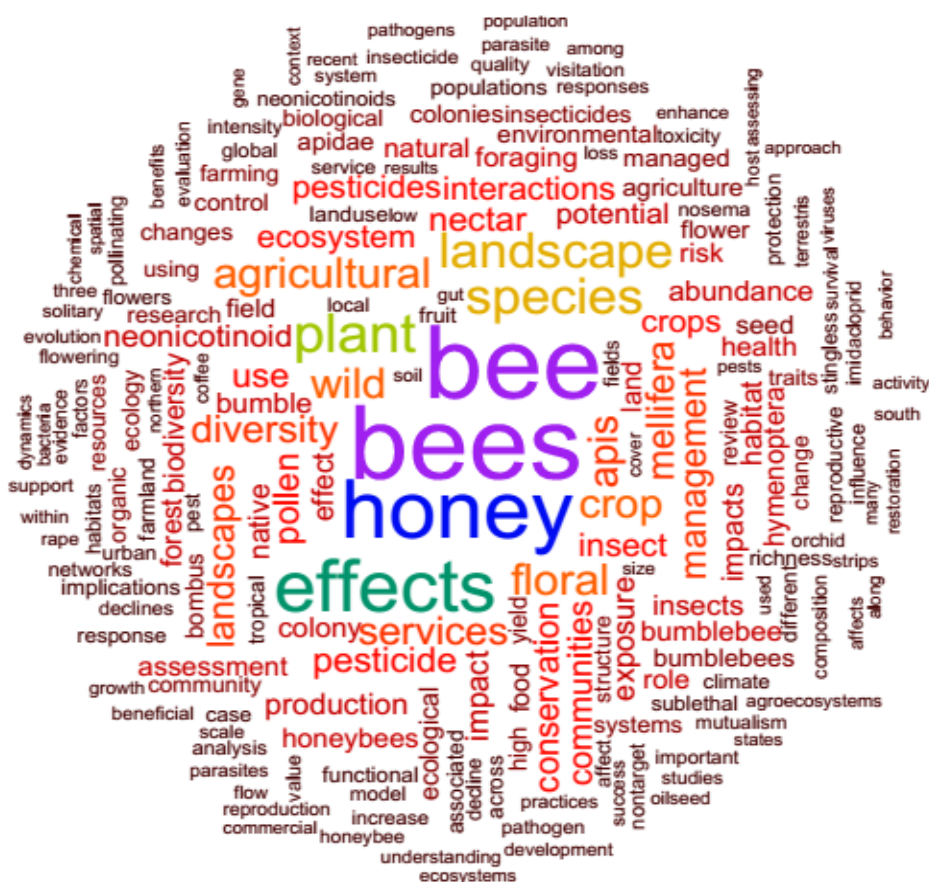


Figura 3. Representação visual de texto minerado a partir dos títulos de artigos científicos entre 1974 e 2019. As buscas dos artigos foram realizadas nas bases Scopus e Web of Science (detalhes no texto). Fonte: elaborado pelos autores.

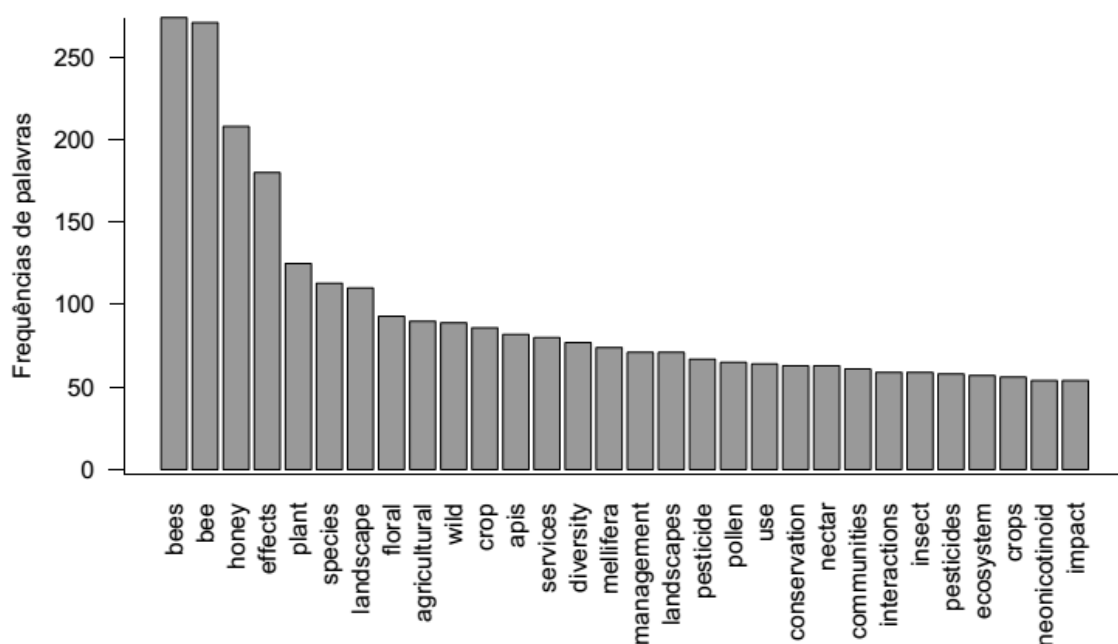


Figura 4. Palavras mais frequentes que ocorreram no título dos artigos selecionados de acordo com o critério de busca (detalhes no texto) entre 1974 e 2019. Fonte: elaborado pelos autores.

Considerações finais

A utilização de colônias de abelhas sem ferrão, desde que manejada corretamente, pode ser muito benéfica aos cultivos agroecológicos. Importantes polinizadoras de plantas nativas e cultivadas, as abelhas sem ferrão contribuem para o aumento da produtividade agrícola e para a formação de frutos de qualidade em regiões tropicais. Em relação às abelhas melíferas, o uso dessas abelhas para a polinização em locais de clima tropical ou subtropical apresenta algumas vantagens, como: redução dos riscos de acidentes, em virtude da ausência de aparelho inoculador de veneno nos indivíduos; maior eficiência na polinização de alguns cultivos, particularmente de plantas com origem nos trópicos; facilidade no manejo dos ninhos e capacidade de manutenção de espécies diferentes no mesmo cultivo.

Para que a meliponicultura seja associada à agroecologia de forma bem sucedida, são necessárias pesquisas sobre o manejo das colônias e das culturas, o que aumentará a sobrevivência das abelhas e conseqüentemente a atividade de polinização. Fatores como o uso de agroquímicos e a ocorrência de plantas nativas em regiões próximas aos cultivos, podem interferir diretamente no sucesso das colônias. A análise de risco dos compostos utilizados para o controle de pragas nas culturas deve ser feita com cautela e previamente à implantação das colônias, inclusive para bioinseticidas, como extratos botânicos e produtos similares. Apesar da origem natural, alguns desses compostos são tóxicos às abelhas sem ferrão, o que pode inviabilizar a criação das colônias em associação com cultivos agroecológicos. Muitas dessas abelhas necessitam de coletar recursos em uma grande variedade de espécies vegetais, principalmente em plantas nativas. Portanto, cultivos agroecológicos mantidos em regiões próximas a ambientes naturais, como matas e savanas, provavelmente serão mais adequados para a meliponicultura e terão maiores taxas de sucesso na atividade de polinização.

Os agricultores interessados em utilizar essas abelhas para polinização também devem consultar meliponicultores experientes, para evitar a transferência e manutenção incorretas das colônias, que perecem facilmente nesse cenário. Além disso, informações sobre as espécies adequadas a serem criadas em diferentes regiões e para polinizarem determinadas culturas são indispensáveis para o sucesso da associação meliponicultura/agroecologia. Por um lado, a introdução de abelhas exóticas em determinados locais pode ser incompatível com a criação das colônias, que muitas vezes

não se adaptam a fatores como clima, altitude e disponibilidade de recursos em ecossistemas diferentes dos ambientes naturais. Por outro lado, algumas espécies podem se tornar invasoras em ambientes exóticos e contribuir para a redução das populações locais de abelhas, em virtude da competição por recursos alimentares e locais para nidificação.

Conforme o levantamento descrito neste capítulo, pode-se observar que as pesquisas sobre o uso de abelhas em sistemas agroecológicos ainda são muito incipientes, principalmente quando se trata da criação de abelhas sem ferrão. Apesar do aumento da produção de artigos científicos sobre esse tema nos últimos anos, principalmente sobre os prejuízos causados às abelhas pelo uso de agroquímicos, muitas informações ainda têm que ser investigadas. Somente dessa forma a criação de abelhas sem ferrão para a polinização em sistemas agroecológicos será feita de forma benéfica para as abelhas e para as culturas utilizadas nessa associação.

Referências

- ALVAREZ, L. J. *et al.* Detection of honey bee viruses in Argentinian stingless bees (Hymenoptera: Apidae). **Insectes Sociaux**, v. 65, n. 1, p. 191–197, 2018.
- ARAUJO, R. S. *et al.* Spinosad-mediated effects on survival, overall group activity and the midgut of workers of *Partamona helleri* (Hymenoptera: Apidae). **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 175, p. 148–154, 2019.
- ARENA, M.; SGOLASTRA, F. A meta-analysis comparing the sensitivity of bees to pesticides. **Ecotoxicology**, v. 23, n. 3, p. 324–334, 2014.
- BARBOSA, W. F. *et al.* Biopesticide-induced behavioral and morphological alterations in the stingless bee *Melipona quadrifasciata*. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 34, n. 9, p. 2149–2158, 2015.
- BARBOSA, W. F.; SMAGGHE, G.; GUEDES, R. N. C. Pesticides and reduced-risk insecticides, native bees and pantropical stingless bees: pitfalls and perspectives. **Pest Management Science**, v. 71, n. 8, p. 1049–1053, 2015.
- BERNARDES, R. C. *et al.* The reduced-risk insecticide azadirachtin poses a toxicological hazard to stingless bee *Partamona helleri* (Friese, 1900) queens. **Chemosphere**, v. 201, p. 550–556, 2018.
- BERNARDES, R. C. *et al.* Azadirachtin-induced antifeeding in Neotropical stingless bees. **Apidologie**, v. 48, n. 3, p. 275–285, 2017.
- BOTINA, L. L. *et al.* Behavior and gut bacteria of *Partamona helleri* under sublethal exposure to a bioinsecticide and a leaf fertilizer. **Chemosphere**, v. 234, p. 187–195, 2019.

- BRITAIN, C.; POTTS, S. G. The potential impacts of insecticides on the life-history traits of bees and the consequences for pollination. **Basic and Applied Ecology**, v. 12, n. 4, p. 321–331, 2011.
- BROSI, B. J. The complex responses of social stingless bees (Apidae: Meliponini) to tropical deforestation. **Forest Ecology and Management**, v. 258, n. 9, p. 1830–1837, 2009.
- BROWN, J. C.; OLIVEIRA, M. L. The impact of agricultural colonization and deforestation on stingless bee (Apidae: Meliponini) composition and richness in Rondônia, Brazil. **Apidologie**, v. 45, n. 2, p. 172–188, 2014.
- CARDOSO, M. C.; GONÇALVES, R. B. Reduction by half: the impact on bees of 34 years of urbanization. **Urban Ecosystems**, v. 21, n. 5, p. 943–949, 2018.
- CARVALHO A. F.; DEL LAMA, M. A. Predicting priority areas for conservation from historical climate modelling: stingless bees from Atlantic Forest hotspot as a case study. **Journal of Insect Conservation**, v. 19, n. 3, p. 581–587, 2015.
- DEL SARTO, M. C. L. *et al.* Differential insecticide susceptibility of the Neotropical stingless bee *Melipona quadrifasciata* and the honey bee *Apis mellifera*. **Apidologie**, v. 45, n. 5, p. 626–636, 2014.
- EERAERTS, M. *et al.* Landscapes with high intensive fruit cultivation reduce wild pollinator services to sweet cherry. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 239, p. 342–348, 2017.
- EISENSTEIN, M. Pesticides: Seeking answers amid a toxic debate. **Nature**, v. 521, n. 7552, p. S52–S55, 2015.
- FENG, Y. *et al.* Mid-Infrared Spectroscopy Study of Effects of Neonicotinoids on Forager Honey Bee (*Apis mellifera*) Fat Bodies and Their Connection to Colony Collapse Disorder. **bioRxiv**, p. 205112, 2018.
- GARIBALDI, L. A. *et al.* Mutually beneficial pollinator diversity and crop yield outcomes in small and large farms. **Science**, v. 351, n. 6271, p. 388–391, 2016.
- GIANNINI, T. C. *et al.* Safeguarding Ecosystem Services: A Methodological Framework to Buffer the Joint Effect of Habitat Configuration and Climate Change. **PLOS ONE**, v. 10, n. 6, p. e0129225, 2015.
- GÓMEZ-ESCOBAR, E. *et al.* Behavioral Response of Two Species of Stingless Bees and the Honey Bee (Hymenoptera: Apidae) to GF-120. **Journal of Economic Entomology**, v. 107, n. 4, p. 1447–1449, 2014.
- GOULSON, D. *et al.* Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. **Science**, v. 347, n. 6229, p. 1255957, 2015.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE - ICMBio. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. Brasília: ICMBio/MMA, 2018. 492 p.

HOLZSCHUH, A.; DUDENHÖFFER, J.-H.; TSCHARNTKE, T. Landscapes with wild bee habitats enhance pollination, fruit set and yield of sweet cherry. **Biological Conservation**, v. 153, p. 101–107, 2012.

HUDEWENZ, A.; KLEIN, A. M. Competition between honey bees and wild bees and the role of nesting resources in a nature reserve. **Journal of Insect Conservation**, v. 17, n. 6, p. 1275–1283, 2013.

JAFFÉ, R. *et al.* Landscape genetics of a tropical rescue pollinator. **Conservation Genetics**, v. 17, n. 2, p. 267–278, 2016.

JAFFÉ, R. *et al.* Bees for Development: Brazilian Survey Reveals How to Optimize Stingless Beekeeping. **PLOS ONE**, v. 10, n. 3, p. e0121157, 2015.

LIMA, M. A. P. *et al.* Agrochemical-induced stress in stingless bees: peculiarities, underlying basis, and challenges. **Journal of Comparative Physiology A**, v. 202, n. 9–10, p. 733–747, 2016.

LIMA, M. A. P. *et al.* Lack of lethal and sublethal effects of Cry1Ac Bt-toxin on larvae of the stingless bee *Trigona spinipes*. **Apidologie**, v. 44, n. 1, p. 21–28, 2013.

MAIA, U. *et al.* **Meliponicultura no Rio Grande do Norte**. 2015.

MORITZ, R. F. A.; ERLER, S. Lost colonies found in a data mine: Global honey trade but not pests or pesticides as a major cause of regional honeybee colony declines. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 216, p. 44–50, 2016.

QUEZADA-EUÁN, J. J. G.; MAY-ITZÁ, W. J.; GONZÁLEZ-ACERETO, J. A. Meliponiculture in Mexico: problems and perspective for development. **Bee World**, v. 82, n. 4, p. 160–167, 2001.

PEREIRA, R. C. **Seletividade de extratos botânicos às abelhas *Partamona helleri* e *Apis mellifera***. Orientador: Flávio Lemes Fernandes. 2016. 31 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2016.

SANTOS, C. F. *et al.* Queens become workers: pesticides alter caste differentiation in bees. **Scientific Reports**, v. 6, n. 1, p. 31605, 2016.

SOUZA, R. A. *et al.* The stingless bee species, *Scaptotrigona* aff. *depilis*, as a potential indicator of environmental pesticide contamination. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 34, n. 8, p. 1851–1853, 2015.

RODRIGUES, C. S. *et al.* Quality of Meliponinae honey: Pesticides residues, pollen identity, and microbiological profiles. **Environmental Quality Management**, v. 27, n. 4, p. 39–45, 2018.

- RODRIGUES, C. G. *et al.* Leaf Fertilizers Affect Survival and Behavior of the Neotropical Stingless Bee *Friesella schrottkyi* (Meliponini: Apidae: Hymenoptera). **Journal of Economic Entomology**, v. 109, n. 3, p. 1001–1008, 2016.
- ROULSTON, T. H.; GOODELL, K. The Role of Resources and Risks in Regulating Wild Bee Populations. **Annual Review of Entomology**, v. 56, n. 1, p. 293–312, 2011.
- RUTAN, A.; LUCAS, J.; LIANG, J. The Loss of Ecosystem Services as a Result of Colony Collapse Disorder. **CLAS: Colby Liberal Arts Symposium**, 2015.
- SÁNCHEZ, D. *et al.* Effect of the Natural Pesticide Spinosad (GF-120 Formulation) on the Foraging Behavior of *Plebeia moureana* (Hymenoptera: Apidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 105, n. 4, p. 1234–1237, 2012.
- SEIDE, V. E. *et al.* Glyphosate is lethal and Cry toxins alter the development of the stingless bee *Melipona quadrifasciata*. **Environmental Pollution**, v. 243, p. 1854–1860, 2018.
- TOMÉ, H. V. V. *et al.* Imidacloprid-induced impairment of mushroom bodies and behavior of the native stingless bee *Melipona quadrifasciata anthidioides*. **PLoS one**, v. 7, n. 6, p. e38406, 2012.
- TOMÉ, H. V. V. *et al.* Spinosad in the native stingless bee *Melipona quadrifasciata*: Regrettable non-target toxicity of a bioinsecticide. **Chemosphere**, v. 124, p. 103–109, 2015.
- TSCHOEKE, P. H. *et al.* Botanical and synthetic pesticides alter the flower visitation rates of pollinator bees in Neotropical melon fields. **Environmental Pollution**, v. 251, p. 591–599, 2019.
- VALDOVINOS-NÚÑEZ, G. R. *et al.* Comparative Toxicity of Pesticides to Stingless Bees (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). **Journal of Economic Entomology**, v. 102, n. 5, p. 1737–1742, 2009.
- VANBERGEN, A. J.; INITIATIVE, THE I. P. Threats to an ecosystem service: pressures on pollinators. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 11, n. 5, p. 251–259, 2013.
- VANENGELSDORP, D. *et al.* **An Estimate of Managed Colony Losses in the Winter of 2006 - 2007: A Report Commissioned by the Apiary Inspectors of America**, 2007. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/An-Estimate-of-Managed-Colony-Losses-in-the-Winter-vanEngelsdorp-Underwood/40cd37547dbc064ce58715784bb5c44a62f9dbdd>. Acesso em: 18 jul. 2019
- VILLANUEVA-GUTIÉRREZ, R. *et al.* A Critical View of Colony Losses in Managed Mayan Honey-Making Bees (Apidae: Meliponini) in the Heart of Zona Maya. **Journal of the Kansas Entomological Society**, v. 86, n. 4, p. 352–362, 2013.

Capítulo 5

Micro-organismos Eficientes (EM): uma realidade presente em sistemas agroecológicos

Lidiane Figueiredo dos Santos, Djalma Silva Pereira, Rogério de Paula Lana

Introdução

A agricultura convencional, baseada na tecnificação de produtos, tais como adubos minerais e agrotóxicos, induz à forte dependência econômica da agricultura em relação à indústria e ao sistema financeiro, além de acarretar inúmeros efeitos negativos aos agroecossistemas.

Em meio a esse contexto, emerge a agroecologia como ciência (ALTIERI *et al*, 1987) com potencial para transformar a produção agrícola e, principalmente, redesenhar agroecossistemas mais sustentáveis (GLIESSMAN, 2000). Além de lançar mão sobre a utilização de micro-organismos benéficos na produção vegetal, por sua capacidade de promover a qualidade do solo, crescimento e produtividade de plantas através de fixação de nitrogênio atmosférico, decomposição de materiais orgânicos, degradação de compostos tóxicos, ciclagem de nutrientes e controle de patógenos (HIGA, PARR, 1994).

Esses micro-organismos benéficos são conhecidos como micro-organismos eficientes (EM), inoculantes formados por comunidades de fungos e bactérias que coexistem em um meio líquido enriquecido com fonte de açúcar, sendo encontrados naturalmente em solos férteis e em plantas (BONFIM *et al*, 2011). Os inoculantes EM foram inicialmente selecionados por Teruo Higa, professor da Universidade de Ryukiu, no Japão, com o intuito de otimizar a decomposição da matéria orgânica na agricultura natural.

Atualmente, EMs são comercializados em diversos países como inoculantes. No entanto, métodos caseiros de captura dos micro-organismos eficientes são mais conhecidos pela população. Assim, agricultores familiares que trabalham em prol da agroecologia fabricam seus próprios inoculantes, valorizando recursos localmente disponíveis.

São diversas as espécies microbianas do EM, mas existem grupos predominantes, como bactérias ácido-láticas, leveduras, actinomicetos, bactérias fotossintéticas e fungos filamentosos (HIGA, 2012). Esses micro-organismos são capazes de fornecer nutrientes para as plantas a partir da decomposição de substratos orgânicos, equilibrar a microbiota do solo, suprimir patógenos por liberação de substâncias antagônicas e liberar substâncias promotoras de germinação de sementes e crescimento vegetal (BONFIM *et al*, 2011).

Na tentativa de maximizar o potencial produtivo das plantas de modo agroecológico, a utilização de micro-organismos eficientes pode ser uma alternativa promissora. O presente capítulo tem por objetivo descrever a natureza dos micro-organismos eficientes e como eles podem influenciar a germinação, o crescimento e a qualidade nutricional de diferentes culturas agrícolas.

Agroecologia, micro-organismos e produtividade das culturas

As práticas agrícolas foram iniciadas pelos homens pré-históricos e, por mais de dez mil anos, foram realizadas sem o uso de insumos químicos sintéticos (LONDRES, 2011; NORO, SEREIA, 2014). Com o crescimento acelerado da população e, conseqüentemente, a necessidade de produzir mais alimentos, houve a intensificação da agricultura.

O processo de modernização da agricultura ocorreu no Brasil a partir da década de 1960, com o intuito de aumentar a produtividade agrícola a partir da adoção de um padrão de agricultura tecnológica, tendo como principais características o uso intensivo de máquinas, uso de agrotóxicos e fertilizantes, monocultivos e desbravamento de terras para cultivo (NORO, SEREIA, 2014). Para Balsan (2006), a modernização da agricultura aumentou a produtividade agrícola, todavia, levou a impactos ambientais indesejáveis, como a destruição das florestas e da biodiversidade genética, a erosão dos solos e a contaminação dos recursos naturais e dos alimentos.

Durante muitos anos os agricultores adotaram a estratégia de aumentar o rendimento das culturas aplicando grandes quantidades de fertilizantes minerais e pesticidas (NAMASIVAYAM, BHARANI, 2012). Atualmente, esse modelo de agricultura é questionado, considerando a sustentabilidade dos agroecossistemas, as questões ambientais e o interesse da sociedade em consumir alimentos mais saudáveis.

De acordo com Abreu *et al* (2009), é crescente a produção de alimentos e de outros produtos agrícolas baseados em princípios agroecológicos. Neste contexto, a agricultura sustentável visa desenvolver sistemas agrícolas que sejam produtivos, ao mesmo tempo que economizem energia, que protejam ambientalmente os recursos naturais, como o solo e a água, garantindo assim a segurança e a qualidade dos alimentos (NAMASIVAYAM, BHARANI, 2012).

A utilização de tecnologias sustentáveis e sociais na agricultura é uma prática desenvolvida por diferentes correntes chamadas de “agriculturas de bases ecológicas”, dentre elas, a agricultura agroecológica, agricultura orgânica, agricultura natural, agricultura alternativa, agricultura biológica, agricultura biodinâmica e permacultura. Essas formas de agricultura objetivam diminuir os efeitos não desejáveis no ambiente e na saúde das pessoas pelo uso de agrotóxicos e de adubos minerais, utilizados, respectivamente, para combater pragas, patógenos e plantas espontâneas e para acelerar o desenvolvimento das culturas.

As tecnologias alternativas desenvolvidas até o momento incluem, principalmente, a utilização de micro-organismos, com funções diversas no sistema solo-planta, incluindo nutrição e proteção das culturas através da decomposição de materiais orgânicos, supressão de patógenos, ciclagem de nutrientes, degradação de agrotóxicos, estruturação do solo e produção de compostos bioativos, como hormônios, vitaminas e enzimas, que estimulam a germinação e o crescimento das plantas (SINGH *et al*, 2011).

Considerando a crescente demanda por técnicas alternativas ao uso de adubos minerais e agrotóxicos, o uso de técnicas que favoreçam as interações benéficas entre os micro-organismos e as plantas é relevante. Dentre essas técnicas, destacam-se as interações com micro-organismos solubilizadores de fosfato, bactérias diazotróficas e fungos micorrízicos arbusculares, além de substituição da adubação mineral por fontes orgânicas. Tais fontes aumentam os teores de matéria orgânica no solo e favorecem a microbiota, que atuam na decomposição de resíduos orgânicos e na mineralização dos nutrientes nele presentes. Assim, esses resíduos incrementam a produtividade das culturas a longo prazo. Dentre as fontes orgânicas mais utilizadas, destacam-se os biofertilizantes, compostos orgânicos e esterco de animais.

Os biofertilizantes apresentam alta atividade microbiana e bioativa, capaz de produzir maior proteção e resistência à planta contra o ataque de pragas e patógenos, além de atuarem nutricionalmente sobre o metabolismo vegetal e na ciclagem de nutrientes

quando aplicados no solo (VITAL *et al*, 2018). O uso de biofertilizante promoveu incrementos no índice relativo de clorofila, da área foliar e do volume radicular, quando aplicado, por via foliar, em mudas de repolho (RÖDER *et al*, 2015).

A compostagem é um processo aeróbio controlado de reciclagem da matéria orgânica presente nos resíduos sólidos, em que diversos micro-organismos são responsáveis por transformações bioquímicas na massa de resíduos e humificação (OLINTO *et al*, 2012). Pereira *et al* (2019), ao avaliarem o potencial de composto orgânico na produção de mudas de leucena (*Leucaena leucocephala*), concluíram que a adição 54 % de composto orgânico no substrato proporcionou maior qualidade das mudas de leucena.

Os micro-organismos solubilizadores de fosfato são aqueles capazes de transformar o P insolúvel em formas solúveis, de fácil acesso às plantas (ZHU *et al*, 2018). Os organismos com potencial de solubilização de fosfato aumentam a disponibilidade de fosfato solúvel e podem melhorar o crescimento da planta indiretamente, aumentando a eficiência ou melhoria da disponibilidade de outros elementos (KHAN *et al*, 2007).

A fixação biológica de nitrogênio (FBN) é um processo bioquímico e natural, realizado por micro-organismos procarióticos conhecidos como diazotróficos, que podem ser de vida livre, podem associar-se a outros vegetais ou estabelecer relações simbióticas com espécies de leguminosas, fornecendo o nitrogênio através de substâncias nitrogenadas mediante a formação de nódulos em suas raízes (MOREIRA *et al*, 2010; MOREIRA, SOUSA, 2011). Para Moreira *et al* (2010), as bactérias diazotróficas são consideradas promotoras do crescimento vegetal, promovendo este crescimento através da FBN ou pela produção de substâncias que auxiliam o crescimento radicular, como o ácido indol acético (AIA).

Outra simbiose muito importante é a associação de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) com plantas. De acordo com Smith e Read (2008), nesta simbiose a planta se beneficia pelo aumento da absorção de água e nutrientes, proporcionado pelas hifas fúngicas, que funcionam como extensão do sistema radicular, enquanto o fungo se beneficia pelos fotoassimilados das plantas, que permitem o completo ciclo de vida dos FMAs, que só ocorre em associação com a planta hospedeira.

Outra técnica agrônômica que merece destaque é o uso de micro-organismos eficientes. De acordo com Feijoo e Mesa (2016), o uso de micro-organismos eficientes como inoculante microbiano restauram o equilíbrio microbiológico do solo, melhoram

suas condições físico-químicas, aumentam a produção e a proteção das lavouras, conservam os recursos naturais e geram agricultura e ambiente mais sustentáveis. Micro-organismos eficientes, sendo produto orgânico sem manipulação genética, são bem aceitos em todos os tipos de unidades produtivas, sejam agrícolas, pecuárias ou ambientais (FEIJOO, MESA, 2016).

Quem são os Micro-organismos eficientes (EM)?

O EM é um inoculante a base de micro-organismos capturados de matas através de isca de arroz. Estes micro-organismos são encontrados em todas as classes de solo, mas a grande concentração está em áreas de mata, onde ainda não ocorreu a intervenção humana. Têm a função de melhorar a qualidade do solo, a fim de torná-lo apto a receber uma planta (BONFIM *et al*, 2011).

Os estudos sobre EM se iniciaram no Japão na década de 70 pelo Dr. Teruo Higa, professor da Universidade de Ryukyus, com o intuito de otimizar a utilização da matéria orgânica nos sistemas agrícolas, além de reduzir o uso de agrotóxicos e adubos minerais (BONFIM *et al*, 2011). Atualmente, Teruo Higa produz e comercializa o EM em diversos países. Seu produto apresenta formulação específica e é produzido em grande escala. No Brasil, seu uso experimental foi iniciado na Fundação Mokiti Okada, em Atibaia - SP, todavia, essa tecnologia não foi amplamente difundida no país, sendo praticada, principalmente, por agricultores familiares que trabalham dentro dos princípios da agroecologia.

Em pequenas propriedades rurais, formulações caseiras de EM são preparadas, a fim de tornar essa tecnologia acessível e adaptável às condições locais, além de maximizar o uso de recursos disponíveis e reduzir gastos com insumos externos (KODIPPILI, NIMALAN, 2018; SANTOS *et al*, 2019, no prelo). A produção de EM caseiro por agricultores consiste na preparação de isca de arroz que é adicionada em matas, onde os micro-organismos são capturados. Em seguida, estes são alimentados com melaço ou caldo de cana e passam por um processo fermentativo. Quando o processo fermentativo cessa, o EM está pronto para uso no solo e nas plantas (BONFIM *et al*, 2011). O EM final, denominado “concentrado” deve ser diluído em água. As concentrações variam de acordo com seu local de aplicação, que pode ser via semente,

solo ou planta, e natureza/quantidade de resíduos orgânicos do solo, quando presentes (BONFIM *et al.*, 2011).

Na composição microbiana do EM, destacam-se bactérias e fungos encontrados no ambiente e importantes para a fermentação e conservação de alimentos, por isso são inofensivos ao homem e outros animais. Inicialmente, esses micro-organismos foram isolados de diversos ambientes, selecionados e recombinados em meio líquido com pH de $\cong 3,5$, alto teor de açúcar e água. Essas preparações incluem populações de bactérias fotossintetizantes (*Rhodopseudomonas palustris*, *Rhodobacter sphaeroides*), bactérias ácido-láticas (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Streptococcus lacti*), leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*, *Candida utilis*), actinomicetos (*Streptomyces albus*, *Streptomyces griseus*) e fungos filamentosos (*Aspergillus oryzae*, *Mucor hiemalis* e *Penicillium sp*) (JAVAID, 2010; HIGA, 2012).

No cultivo composto do EM, seres anaeróbios, aeróbios e facultativos coexistem sinergicamente em líquido enriquecido e são ativados quando as condições do meio se mostram “ideais” para seu crescimento. Nesse líquido, os micro-organismos eficientes liberam compostos oriundos do metabolismo, tais como aminoácidos, ácidos orgânicos, enzimas, hormônios e vitaminas, e que podem promover diversos benefícios para as plantas. Essas e outras funções desempenhadas pela microbiota do EM são apresentadas na Tabela 1.

Em estudo inédito, realizado por Santos *et al* (2019, no prelo), foram analisados grupos microbianos de diferentes EMs a partir de sequenciamento do rRNA 16S de bactérias e região ITS de fungos. Neste estudo, os filos Actinobacteria, Firmicutes, Proteobacteria e Synergistetes foram comuns em EMs caseiro e comercial. Já o grupo dos fungos variou entre esses inoculantes. Como já era esperado, EMs caseiros, produzidos na Zona da Mata de Minas Gerais, apresentaram grupos microbianos similares, mas bem distintos do EM comercial. Isso mostra que resultados positivos pelo uso do EM dependem da origem desse inoculante, e, conseqüentemente, da composição de sua comunidade microbiana.

A partir do sequenciamento, foram identificadas bactérias da família Rhodobacteraceae e do gênero *Lactobacillus*, além de leveduras do gênero *Candida* e *Penicillium*, o que confirma a composição descrita na bibliografia consultada sobre o inoculante EM (JAVAID, 2010; HIGA, 2012).

Conhecer a natureza dos micro-organismos eficientes mostra como esse inoculante é capaz de promover diversos benefícios para o sistema solo-planta.

Tabela 1. Funções realizadas por micro-organismos que compõe o EM.

Micro-organismos	Funções
<i>Bactérias fotossintetizantes</i>	✓ Produção de aminoácidos, açúcares simples, polissacarídeos, ácidos nucleicos e substâncias bioativas
	✓ Promoção de crescimento vegetal
<i>Bactérias ácido-láticas</i>	✓ Produção de ácido lático, enzimas e antioxidantes
	✓ Controle de micro-organismos patogênicos
	✓ Decomposição de lignina e celulose da matéria orgânica
<i>Leveduras</i>	✓ Produção de hormônios, enzimas e antibióticos
	✓ Promoção de crescimento vegetal
	✓ Controle de micro-organismos patogênicos
	✓ Decomposição da matéria orgânica
<i>Actinomicetos</i>	✓ Produção de antibióticos
	✓ Controle de micro-organismos patogênicos
<i>Fungos filamentosos</i>	✓ Produção de antibióticos
	✓ Controle de micro-organismos patogênicos
	✓ Decomposição da matéria orgânica

Fonte: Adaptado de Javaid (2010) e Bonfim *et al* (2011).

Micro-organismos eficientes na produção agrícola

Efeitos do EM na germinação de sementes

Em meio às diversas utilidades do EM, a atenção deve ser dada à sua capacidade de estimular a germinação de sementes, beneficiando o setor sementeiro, base do desenvolvimento agrícola do país. Todavia, os produtores de sementes têm encontrado algumas barreiras para sua comercialização, dentre elas, a dormência de natureza estrutural/mecânica, ligada aos envoltórios (gluma, pálea e lema) e a dormência de natureza fisiológica, relacionada ao embrião, devido a presença de substâncias inibidoras (GARCIA, CÍCERO, 1992). As consequências dessa dormência é a desuniformidade das plantações, favorecendo a emergência de plantas espontâneas e redução da produção.

Para solucionar o problema de dormência das sementes, a indução de sua germinação tem sido alcançada com a utilização de diferentes métodos, dentre eles: aquecimento, aplicação de hormônios, escarificação ácida e indução do envelhecimento

(LAGO, MARTINS, 1998). Entretanto, muitas dessas técnicas são onerosas, inviabilizando o processo, ou demoradas, afetando a venda do produto.

Pesquisas demonstrando o efeito do EM na germinação de sementes foram realizadas em algumas espécies vegetais (FALTYN, MISZKIELO, 2008; ERTEKIN, 2011; SIQUEIRA *et al*, 2012; VAN TONDER *et al*, 2014), sendo sua eficiência geralmente atribuída à compostos bioativos oriundos do metabolismo secundário de seus micro-organismos, incluindo a degradação do revestimento de sementes através de enzimas, permitindo a recepção de água, oxigênio e germinação, além da ação de fitormônios, como auxinas, giberelinas e citocininas (HIGA, 1991; HIGA, PARR, 1994).

Um estudo realizado com *Albizia saman*, mostrou que EM diluído em água a 1 e 2 % melhorou a germinação de sementes dessa espécie (KHAN *et al*, 2006). Outros dois estudos, realizados pelos mesmos autores, revelaram que EM a 2 % estimulou a germinação de *Dalbergia sissoo* (KHAN *et al*, 2011) e *Acacia auriculiformis* (KHAN *et al*, 2014). Na espécie de *Harpagophytum procumbens*, pré-tratamentos com EM resultaram em 32 % de germinação. Já os controles, a base de ácido sulfúrico e água, apresentaram somente 17 e 5,3 % de germinação, respectivamente (MOWA, MAASS, 2012).

Santos *et al* (2019, no prelo), ao estudar EMs de diferentes origens, observaram que todos eles melhoraram a porcentagem (% G) e a velocidade de germinação (IVG) de capim-marandu (*Urochloa brizantha*). No entanto, a eficiência desses inoculantes variou de acordo com sua concentração, onde maior % G e IVG foram alcançadas em sementes tratadas com EMs diluídos a 1 e 2 % em água por 5 min, equivalendo ao controle, tratado com ácido sulfúrico.

Pesquisas utilizando EM na germinação de sementes ainda são escassas, a maioria dos trabalhos têm aplicado esse inoculante em mudas ou plantas, a fim de promover seu crescimento.

Crescimento, produtividade e qualidade nutricional de plantas tratadas com EM

Novas tecnologias têm sido produzidas com o intuito de aumentar a produção agrícola, destacando-se o uso de adubos químicos e agrotóxicos. No entanto, essas práticas apresentam custo elevado e efeitos adversos sobre o ambiente.

Em virtude do elevado custo dos fertilizantes nitrogenados, muitos agricultores familiares têm utilizado resíduos orgânicos localmente disponíveis e de baixo custo, como esterco de bovino, de aves e resíduos de colheita. Nesses sistemas de cultivo, os resíduos orgânicos têm sido utilizados para atender as exigências nutricionais das plantas (AHMAD *et al*, 2012), uma vez que contêm diversos elementos importantes, incluindo nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K) e carbono (C). Entretanto, a liberação natural desses nutrientes dos resíduos orgânicos é lenta.

Para alterar esse cenário, utilizar micro-organismos eficientes, disponíveis localmente, em conjunto com resíduos orgânicos (resíduos animais e de colheita) pode ser uma boa opção, uma vez que, por serem heterótrofos (requerem fontes orgânicas de carbono e nitrogênio), esses micro-organismos são mais eficientes quando combinados com materiais de origem orgânica (DALY, STEWART, 1999; YAMADA, XU, 2000). Neste caso, o EM atua otimizando a decomposição dos resíduos, superando o problema de lenta mineralização desses materiais.

Pesquisas recentes têm mostrado a importância da matéria orgânica para o melhor funcionamento dos inoculantes EM. Santos (2016) cultivou capim-marandu em solo com e sem esterco bovino, acrescido de EM, e observou que a oferta de resíduos orgânicos em quantidade insuficiente às demandas dos micro-organismos e das plantas influenciou o desenvolvimento desta cultura. A disponibilidade de nutrientes no solo, como resultado da decomposição da matéria orgânica, proporciona um aumento no rendimento das culturas (ISMAIL, 2013). Esse aumento de matéria orgânica também implica na melhoria das propriedades físicas do solo, caracterizadas pelo aumento da taxa de infiltração, aeração e agregação, além de redução da densidade do solo, compactação e erosão (HIGA, PARR, 1994; ISMAIL, 2013).

Diversos estudos já evidenciaram o efeito do EM no crescimento, produtividade e qualidade nutricional de diferentes culturas, associadas ou não à materiais orgânicos (Tabela 2). Esses benefícios do EM podem estar relacionados à produção de fitormônios pelo metabolismo secundário de sua microbiota e pela fermentação de materiais orgânicos nos quais são inoculados, com consequente liberação de ácidos orgânicos, vitaminas, enzimas, aminoácidos e polissacarídeos interessantes ao desenvolvimento vegetal (MAGRINI *et al*, 2009).

Tabela 2. Resultados da inoculação de micro-organismos eficientes em diferentes culturas, combinados ou não com materiais orgânicos.

Fonte	Cultura	Resultado do EM	Matéria orgânica
Fatunbi e Ncube (2009)	-	Mineralização de nitrogênio	Esterco bovino Matéria fresca
Roihanna <i>et al</i> (2009)	Milho doce (<i>Zea mays</i> var. <i>Saccharata</i>)	Crescimento vegetal e produção de milho doce	Composto
Chantal <i>et al</i> (2010)	Repolho (<i>Brassica oleracea</i>)	Área foliar e fotossíntese	Ausente
Saidia <i>et al</i> (2010)	Arroz (Nerica)	Rendimento de grãos	Ausente
Javaid e Bajwa (2011)	Feijão-mungo (<i>Vigna radiata</i>)	Biomassa da parte aérea, mineralização de nitrogênio, fósforo e potássio	Esterco
Ndonga <i>et al</i> (2011)	Tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>)	Mineralização de nitrogênio e rendimento total	Pó de rocha
Namasivayam e Bharani (2012)	Feijão-mungo (<i>Vigna mungo</i>)	Crescimento vegetal	Resíduos de frutas
Kim <i>et al</i> (2012)	Espinafre (<i>Spinacia oleracea</i>)	Crescimento vegetal	Ausente
Hu e Qi (2013)	Trigo (<i>Triticum aestivum</i>)	Biomassa da palha de trigo, Rendimento e nutrição de grãos e palha, mineralização de nitrogênio	Composto
Jusoh <i>et al</i> (2013)	-	Mineralização de nitrogênio, fósforo e potássio	Composto
Sharma <i>et al</i> (2014)	-	Atividade enzimática do composto	Palha de arroz
Muhammad <i>et al</i> (2014)	Trigo (<i>Triticum aestivum</i>)	Crescimento vegetal	Esterco bovino
Sharif <i>et al</i> (2015)	Girassol (<i>Helianthus annuus</i>)	Mineralização de nitrogênio	Esterco com fosfato de rocha
Verma <i>et al</i> (2015)	Tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>)	Crescimento vegetal e qualidade dos frutos	Composto
Santos (2016)	Capim-marandu (<i>Urochloa brizantha</i>)	Valor nutricional	Esterco bovino
Karunarathna e Seran (2016)	Pimentão (<i>Capsicum annum</i>)	Crescimento vegetal	Esterco bovino
Sharma <i>et al</i> (2017)	Calêndula (<i>Calendula officinalis</i>) Tagetes (<i>Tagetes erecta</i>)	Número de flores, pigmentos e atividade enzimática do solo	Ausente
Shaheen <i>et al</i> (2017)	Espinafre (<i>Spinacia oleracea</i>)	Propriedades físicas e químicas do solo e crescimento vegetal	Bagaço de cana-de-açúcar
Ney <i>et al</i> (2018)	Azevém-italiano (<i>Lolium multiflorum</i>)	Mineralização de nitrogênio	Esterco suíno
Polyorach <i>et al</i> (2018)	Mandioca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz)	Valor nutricional	Ausente

Micro-organismos eficientes também têm influenciado o valor nutricional das culturas, incluindo o teor de proteína bruta (PB) e de fibras. Segundo Santos (2016), a inoculação de EM aumentou o teor de PB de capim-marandu cultivado com esterco bovino para 15,4 %, em relação ao controle só com esterco, valor acima do esperado para essa espécie (8,1 a 12,5 %). Por outro lado, a inoculação de EM reduziu o teor de fibra em detergente neutro (FDN) da mesma cultura, o mantendo próximo de 60 %. Valores de FDN determinam a qualidade do alimento, uma vez que seu aumento (acima de 60 %) pode limitar a capacidade digestória dos animais. Outros estudos também têm relatado aumento de PB e redução de fibras em mandioca (POLYORACH *et al*, 2018) e palha de arroz (SAMSUDIN *et al*, 2013) tratadas com EM.

O aumento de PB dos estudos citados pode estar relacionado à melhor nutrição das culturas com nitrogênio a partir da mineralização da matéria orgânica pelo EM. Assim, a decomposição da matéria orgânica pelo inoculante libera nitrogênio para as plantas que, por sua vez, contribui para a síntese proteica. Diversos estudos apresentados na Tabela 2 demonstram esse aumento do teor de nitrogênio nas culturas. Para a redução dos componentes fibrosos, infere-se que o inoculante EM promova a degradabilidade dos constituintes da parede celular, reduzindo o conteúdo lignocelulósico do material vegetal, como FDN, FDA (fibra em detergente ácido) e lignina (SYOMITI *et al*, 2010; SAMSUDIN *et al*, 2013; POLYORACH *et al*, 2018). O aumento de PB e a redução de FDN pode ser atribuída à capacidade do EM de secretar enzimas extracelulares, como celulases, proteases, ligninases, amidases, fosfatases e ureases, que catalisam a decomposição de resíduos orgânicos e a ciclagem de nutrientes no solo.

Na Tabela 2, é possível observar 20 estudos realizados com EM no período de 10 anos (2009-2018). Dos 20 trabalhos analisados, 15 combinaram EM com algum tipo de material orgânico, enquanto que, nos demais (5 estudos), esse componente esteve ausente. Esse dado corrobora com as informações apresentadas no presente capítulo, que incentivam o uso do EM com materiais orgânicos por ser mais eficiente (SANTOS, 2016).

De modo geral, as pesquisas realizadas com EM nos últimos 10 anos têm comprovado seu efeito benéfico no crescimento, produtividade e qualidade nutricional das plantas.

Considerações finais

Os micro-organismos eficientes surgem como uma alternativa promissora para aumentar a germinação, crescimento, produção e qualidade nutricional de diversas culturas agrícolas. Esses resultados são atingidos, possivelmente, pela rápida decomposição da matéria orgânica por sua microbiota, produção de diversos compostos bioativos, melhorias na qualidade do solo e de suas relações simbióticas.

Diante do exposto neste capítulo, recomenda-se a utilização de EM por ser um método seguro, econômico e de fácil aquisição, além de conferir aos agricultores a gestão sustentável de suas propriedades.

No entanto, vale lembrar que o EM não substitui outras práticas de manejo, e sim as otimizam, onde seus benefícios podem variar de acordo com a origem do inoculante, tipo de solo (e seus nutrientes), espécie vegetal e clima. Assim, são necessários estudos que levem em conta esses fatores, além de novas investigações acerca da composição química/metabólitos do EM, principalmente fitormônios e enzimas, e de seu uso combinado com materiais orgânicos.

Referências

ABREU, L. S. D. *et al.* Trajetória e situação atual da agricultura de base ecológica no Brasil e no estado de São Paulo. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 26, n. 1, p. 149–178, 2009.

AHMAD, R. *et al.* Complementary effects of organic manures on the agronomic traits of spring maize. **Crop and Environment**, v. 3, p. 28–31, 2012.

ALTIERI, M. A. *et al.* Peasant agri-culture and the conservation of crop and wild plant resources. **Conservation Biology**, v. 1, p. 49–58, 1987.

BALSAN, R. Impactos decorrentes da modernização da agricultura brasileira. **Revista de Geografia Agrária**, v. 1, n. 2, p. 123–151, 2006.

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.

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, p. 1039–1042, 2010.

- DALY, M. J.; STEWART, D. P. C. Influence of "effective microorganisms" (EM) on vegetable production and carbon mineralization - a preliminary investigation. **Journal of Sustainable Agriculture**, v. 14, p. 15–25, 1999.
- ERTEKIN, M. Effects of microorganisms, hormone treatment and stratification on seed germination of the golden rain tree (*Koelreuteria paniculata*). **International Journal of Agriculture and Biology**, v. 13, p. 38–42, 2011.
- FALTYN, U.; MISZKIEIO, T. The influence of effective microorganism on germinability of dressed spring wheat seeds. **Zesz Nauk UP Wroc**, v.92, p.31–35, 2008.
- FATUNBI, A. O.; NCUBE, L. Activities of Effective Microorganism (EM) on the Nutrient Dynamics of Different Organic Materials Applied to Soil. **American-Eurasian Journal of Agronomy**, v. 2, n. 1, p. 26–35, 2009.
- FEIJOO, M. A. L; MESA, J. R. Microorganismos eficientes y sus beneficios para los agricultores. **Revista Científica Agroecosistemas**, v. 4, n. 2, p. 31-40, 2016.
- GARCIA, J.; CÍCERO, S. M. Superação da dormência em sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Scientia Agricola**, v. 49, n. 1, p. 9–13, 1992.
- GLIESSMAN, S. R. **Processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. 637 p.
- HIGA T. **Effective microorganisms: a biotechnology for mankind**. International Conference of Kyusei Nature Farming, Department of Agriculture Washington, USA, 1991, 14 p.
- HIGA, T. **Kyusei nature farming and environmental management through effective microorganisms - The Past, Present and Future**, 2012. Disponível em: <http://www.infrc.or.jp/knf/PDF%20KNF%20Conf%20Data/C7-KP-304.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2019.
- HIGA, T.; PARR, J. F. **Beneficial and effective microorganisms for a sustainable agriculture and environment**. Atami: International Nature Farming Research Center, 1994. 16 p.
- 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.
- ISMAIL, S. M. Influence of effective microorganisms and green manure on soil properties and productivity of pearl millet and alfalfa grown on sandy loam in Saudi Arabia. **Afr. African Journal of Microbiology Research**, v. 7, p. 375–382, 2013.
- JAVAID, A. Beneficial microorganisms for sustainable agriculture. **Sustainable Agriculture Reviews**, v. 4, p. 347–369, 2010.
- JAVAID, A.; BAJWA, R. Effect of Effective Microorganism application on crop growth, yield, and nutrition in *Vigna radiata* (L.) Wilczek in different soil amendment systems. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 42, p. 2112–2121, 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 Sciences and Engineering**, v. 10, n.1, p. 1–9, 2013.
- KARUNARATHNA, B.; SERAN, T. H. Field evaluation of cattle manure along with effective microorganisms on growth and yield of Capsicum (*Capsicum Annum* L.). **International Journal of Advanced Research and Review**, v. 1, n. 4, p. 10–18, 2016.
- KHAN, B. M. *et al.* Effect of microbial inoculants on *Albizia saman* germination and seedling growth. **Journal of Forest Research**, v. 17, p. 99-102, 2006.
- KHAN, B. M.; HOSSAIN, M. K.; MRIDHA, M. A. U. Improving *Acacia auriculiformis* seedlings using microbial inoculant (Beneficial Microorganisms). **Journal of Forest 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 Forest Research**, v. 22, p. 189–192, 2011.
- KHAN, M. S.; ZAIDI, A.; WANI, P. A. Role of phosphate-solubilizing microorganisms in sustainable agriculture: a review. **Agronomy for sustainable development**, v. 27, n. 1, p. 29–43, 2007.
- KIM, S. G.; LIM, Y. D.; RYANG, H. G. **Yield and quality of vegetables as affected by effective microorganisms**, 2012. Disponível em: http://www.syntropymalaysia.com/DownloadData/Agriculture/25_Yield_and_Quality_of_vegetable_as_affected_by_Effective_%20Microorganisms_North_Korea.pdf. Acesso em: 24 jun. 2019.
- KODIPPILI, K. P. A. N.; NIMALAN, J. Effect of homemade effective microorganisms on the growth and yield of Chilli (*Capsicum annuum*) MI-2. **AGRIEAST: Journal of Agricultural Sciences**, v. 12, n. 2, p. 27–34, 2018.
- LAGO, A. A.; MARTINS, L. Qualidade fisiológica de sementes de *Brachiaria brizantha*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n. 2, p. 199–204, 1998.
- LONDRES, F. **Agrotóxicos no Brasil: um guia para ação em defesa da vida**. 1. ed. Rio de Janeiro: AS-PTA - Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, 2011. 190 p.
- MAGRINI, F. E.; CAMATTI-SARTORI, V.; VENTURIN, L. Avaliação microbiológica, pH e umidade de diferentes fases de maturação do biofertilizante Bokashi. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, p. 431–435, 2009.
- MOREIRA, F. M. S. *et al.* Bactérias diazotróficas associativas: diversidade, ecologia e potencial de aplicações. **Comunicata Scientiae**, v. 1, n. 2, p. 74–99, 2010.
- MOREIRA, F. M. S.; SOUSA, P. M. Potencial econômico da inoculação de rizóbios em feijão-caupi na agricultura familiar: um estudo de caso. **Em Extensão**, v. 10, n. 2, p. 37–54, 2011.

- 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.
- MUHAMMAD, H. *et al.* Effect of beneficial microbes (BM) on the efficiency of organic and inorganic N fertilizers on wheat crop. **Sarhad Journal of Agriculture**, v. 30, n. 1, p. 7-14, 2014.
- NAMASIVAYAM, S. K. R. *et al.* Effect of compost derived from decomposed fruit wastes by effective microorganism (EM) technology on plant growth parameters of *Vigna mungo*. **Journal of Bioremediation and Biodegradation**, v. 3, p. 1-5, 2012.
- NDONA, R. K. *et al.* Effective micro-organisms (EM): an effective plant strengthening agent for tomatoes in protected cultivation. **Biological Agriculture and Horticulture**, v. 27, p. 189-204, 2011.
- NEY, L. *et al.* Examining trophic-level nematode community structure and nitrogen mineralization to assess local effective microorganisms role in nitrogen availability of swine effluent to forage crops. **Applied Soil Ecology**, v. 130, p. 209-218, 2018.
- NORO, V.; SEREIA, D. A. **Trabalhando com projetos e problemáticas na formação de alunos reflexivos: o uso de agrotóxicos e seus impactos**. In: O professor PDE e os desafios da escola pública paranaense: produção didático-pedagógica. Curitiba: Secretaria de Estado da Educação - SEED, 2014. p. 1-4.
- OLINTO, F. A. *et al.* Compostagem de resíduos sólidos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 5, p. 40-44, 2012.
- PEREIRA, D. S. *et al.* Organic substrates and formononetin for *Leucaena leucocephala* saplings. **Revista Agro@ambiente**, v. 13, p. 24-34, 2019.
- POLYORACH, S. *et al.* Effect of fermentation using different microorganisms on nutritive values of fresh and dry cassava root. **Asian Journal of Animal and Veterinary Advances**, v. 13, n. 2, p. 128-135, 2018.
- RÖDER, C. *et al.* Uso de biofertilizante na produção de mudas de repolho. **Ceres**, v. 62, n. 5, p. 502-505, 2015.
- ROIHANNA, N. *et al.* Pengaruh kompos dengan stimulator em 4 (Effective Microorganisms 4) terhadap pertumbuhan dan produksi jagung manis (*Zea mays* var, Saccharata). **Buletin Anatomi Dan Fisiologi**, v. 17, n. 2, p. 1-8, 2009.
- SAIDIA, P. S. *et al.* Evaluation of EM technology on maize (*Zea mays* L.) growth, development and yield in Morogoro Tanzania. **A Research Report**, 2010.
- SAMSUDIN, A. A.; MASORI, M. F.; IBRAHIM, A. The effects of Effective Microorganisms (EM) on the nutritive values of fungal-treated rice straw. **Malaysian Journal of Animal Science**, v. 16, p. 97-105, 2013.
- SANTOS, L. F. **Micro-organismos eficientes: diversidade microbiana e efeito na germinação, crescimento e composição química de capim-marandu**. Orientador: Rogério de Paula Lana. 2016. 58 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2016.

SANTOS, L. F. *et al.* Effective microorganisms inoculant: Diversity and effect on the germination of palisade grass seeds. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 2019. No prelo.

SHAHEEN, S. *et al.* Effective Microorganisms (EM) co-applied with organic wastes and NPK stimulate the growth, yield and quality of spinach (*Spinacia oleracea*). **Sarhad Journal of Agriculture**, v. 33, n. 1, p. 30–41, 2017.

SHARIF, M. *et al.* Effect of rock phosphate and farmyard manure applied with effective microorganisms on the yield and nutrient uptake of wheat and sunflower crops. **Pakistan Journal of Botany**, v. 47, p. 219–226, 2015.

SHARMA, A. *et al.* Efficient microorganism compost benefits plant growth and improves soil health in Calendula and Marigold. **Horticultural Plant Journal**, v. 3, n. 2, p. 67–72, 2017.

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, n. 54, p. 1–9, 2014.

SINGH, J. S.; PANDEY, V. C.; SINGH, D. P. Efficient soil microorganisms: A new dimension for sustainable agriculture and environmental development. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 140, p. 3–4, 2011.

SIQUEIRA, M. F. B. *et al.* **Influence of effective microorganisms on seed germination and plantlet vigor of selected crops**, 2012. Disponível em: <http://futuretechtoday.com/em/EMSeedGermPlantVigor.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2019.

SMITH, S. E.; READ, D. J. **Mycorrhizal symbiosis**. 3.ed. London, Academic Press, 2008. 785 p.

SYOMITI, M. *et al.* In sacco probiotic properties of Effective Microorganisms (EM) in forage degradability. **Livestock Research for Rural Development**, v. 22, n. 1, 2010.

VAN 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.

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.

VITAL, A. D. F. M. *et al.* Compostagem de resíduos sólidos orgânicos e produção de biofertilizante enriquecido. **Revista Saúde e Ciência**, v. 7, n. 2, p. 339–351, 2018.

YAMADA, K.; XU, H. Properties and applications of an organic fertilizer inoculated with effective microorganisms. **Journal of Crop Production**, v. 3, p. 255–268, 2000.

ZHU, J.; LI, M.; WHELAN, M. Phosphorus activators contribute to legacy phosphorus availability in agricultural soils: A review. **Science of the Total Environment**, v. 612, p. 522–537, 2018.

Capítulo 6

Sistemas de manejo do cafeeiro e a comunidade de fungos micorrízicos arbusculares

Paulo Prates Júnior, Bianca de Jesus Souza, Bruno Coutinho Moreira, Marliane de
Cássia Soares da Silva, Maria Catarina Megumi Kasuya

Introdução

Os sistemas de cultivo agrícolas ou agroecossistemas permitem que os seres humanos obtenham alimentos e produtos diversos para atender suas necessidades. A disponibilidade de alimentos depende do equilíbrio entre a demanda e a produção. Na segunda metade do século XX houve a Revolução Verde, possibilitando que a produção agrícola fosse aumentada de modo exponencial. Entretanto, verifica-se que mesmo na atualidade cerca de 12 % da população mundial vive em pobreza extrema, com acesso limitado aos alimentos, dietas inadequadas e padrões insustentáveis de consumo (FAO, 2014).

O modelo predominante de agricultura, baseada no uso intensivo de insumos externos, também denominado de agricultura convencional, não favorece a soberania, segurança alimentar e nutricional. Assim, ganha relevância os modelos de agriculturas mais sustentáveis que mobilizam para a equidade e justiça socioambiental, com valorização de diferentes aspectos culturais da produção e consumo de alimentos (ALTIERI, 2004; GLIESSMAN, 2007).

Diante do exposto, abrem-se espaço para problematizar os sistemas agroalimentares convencionais, os quais priorizam o cultivo em monoculturas, diminuindo o uso eficiente da terra, causando impactos acentuados, de cunho socioambiental e cultural. Portanto, embora a produtividade agrícola em modelos convencionais tenha resultado em ganhos, ocorre menor aproveitamento dos recursos ambientais, com perdas acentuadas de solo, água e (agro)biodiversidade, juntamente com aumento da poluição e favorecimento de mudanças climáticas (FAO, 2014).

Neste cenário, surge a Agroecologia, ciência que tem alto grau de sinergia com práticas agrícolas e com movimentos ambientais, socioculturais e políticos (WEZEL *et*

al, 2009; PRATES JÚNIOR *et al*, 2016), e tem possibilitado o desenho de sistemas agrícolas mais sustentáveis (ALTIERI, 2004; GLIESSMAN, 2007). Este campo do conhecimento, além de buscar o equilíbrio da produção de alimentos com a conservação dos recursos naturais, deve ampliar a inclusão social, segurança alimentar e autonomia dos agricultores, minimizando os impactos do excesso de fertilizantes e agrotóxicos (GIANINAZZI *et al*, 2010; PRATES JÚNIOR *et al*, 2016). Deve aumentar a reciclagem de nutrientes, por meio do uso do potencial de microrganismos do solo, os quais desempenham papéis multifuncionais nos agroecossistemas (CARDOSO *et al*, 2006), a exemplo daqueles que promovem a saúde e crescimento de plantas, tais como rizóbios, fungos micorrízicos, bactérias e fungos solubilizadores de fosfato.

Os fungos micorrízicos arbusculares (FMA – Glomeromycota) são biotróficos obrigatórios e, destacam-se por se associarem com as raízes da grande maioria das plantas, estabelecendo uma relação simbiótica mutualista denominada de micorriza arbuscular (SMITH, READ, 2008). Os FMA exercem atividades ecológicas chave para o funcionamento e manejo de sistemas naturais e agrícolas. Estes fungos destacam-se pelo aumento da absorção de nutrientes de baixa mobilidade no solo, a exemplo de fósforo (P) e zinco (Zn), uma vez que aumentam o volume de solo explorado, pois a rede de hifas acessa íons localizados longe da superfície das raízes (SCHWEIGER, JAKOBSEN, 2000; SMITH, READ, 2008). Existem outros benefícios além da aquisição e transferência de nutrientes, como o aumento da tolerância ao estresse abiótico; redução do estresse abiótico e supressão de doenças (KRISHNA *et al*, 2010; MILLAR, BENNET, 2016). Os FMA, por exemplo, podem minimizar a incidência de fungos produtores de micotoxinas em cafeeiro (ISMAIL, MCCORMICK, HIJRI, 2013) e, conseqüentemente, reduzir o uso de agrotóxicos, contribuindo para aumentar a segurança alimentar do consumo de café.

O cafeeiro (*Coffea arabica* L. e *C. canephora* Pierre) é cultivado em países da África, Ásia e América Latina e tem grande importância econômica, visto que é uma valiosa *commodity* (ANDRADE *et al*, 2009), com grande importância em nível mundial. É uma planta que apresenta elevada dependência micorrízica, sobretudo, em solos muito intemperizados e com baixa fertilidade (SIQUEIRA *et al*, 1998), sendo estes fungos encontrados em plantas jovens e adultas no campo (MULETA *et al*, 2008; ARIAS *et al*, 2012), com alta e riqueza e diversidade (DOBO, ASEFA, ASFAW, 2018; PRATES JÚNIOR *et al*, 2019). A abundância e diversidade de FMA deve ser favorecida nos agroecossistemas porque são responsáveis por efeitos benéficos para o cafeeiro, solo e

ecossistema como um todo, tendo relação com a quantidade e qualidade de produção de cafeeiros (TCHABI *et al*, 2008; GIANINAZZI *et al*, 2010).

Os monocultivos prolongados, incluindo cafeeiro, selecionam espécies de FMA mais adaptadas a este tipo de ambiente, mas geralmente os indivíduos são menos eficientes em promover os benefícios da micorrização (JOHNSON *et al*, 1992). A intensidade do manejo do cafeeiro e características físico-químicas do solo influenciam diretamente a riqueza de FMA (POSADA *et al*, 2016). Os sistemas mais diversificados, tais como aqueles de natureza agroecológica, aumentam a diversidade de FMA (PRATES JÚNIOR *et al*, 2014; PRATES JÚNIOR *et al*, 2019), favorecendo a sustentabilidade dos agroecossistemas. Assim, a premissa fundamental deste capítulo é reconhecer a Agroecologia como um campo de conhecimento científico que constrói diretrizes capazes de viabilizar o desenho de sistemas agroalimentares de produção de café, mais sustentáveis, com maior abundância e diversidade de FMA e grupos microbianos benéficos.

Sistemas de manejo do cafeeiro e agroecologia

O cafeeiro (*Coffea arabica* L. e *C. canephora* Pierre) é originário de áreas montanhosas da Etiópia, na África Oriental, que variam de 1.000 a 2.000 metros de altitude, com chuvas abundantes e temperatura amena (DABA *et al*, 2019). Portanto, originalmente a planta produzia safras maiores e mais regulares quando parcialmente sombreado, mas as plantas foram selecionadas e melhoradas para adaptarem-se ao cultivo a pleno sol. A seleção tornou a planta produtiva a pleno sol, mas com um forte efeito de bienalidade (JARAMILLO-BOTERO *et al*, 2010), decorrente do investimento da planta em crescimento vegetativo em um ano, seguido por investimento reprodutivo no ano seguinte, devido ao estresse produtivo do ano anterior. Assim, os sistemas convencionais a pleno sol, normalmente, favorecem maiores produtividades por safra, por diminuir a competição por luz e água (CAMARGO, 2010).

Nos sistemas convencionais de produção de cafeeiro, o objetivo fundamental é gerar lucro econômico em curto prazo de tempo, sobretudo em monocultivo, que têm reduzida variabilidade genética, com uso intenso de adubações e agrotóxicos, resultando em problemas socioambientais. Além disso, os sistemas convencionais contribuem para achatamento cultural e desvalorização do rural em detrimento do urbano (PRATES

JÚNIOR *et al*, 2016).

Entretanto, existem diferentes modelos de agricultura, nas quais o café pode ser produzido, com menores impactos socioambientais e com aumento das interações ecológicas e da biodiversidade, favorecendo a ciclagem de nutrientes e a atividade benéfica de microrganismos do solo, a exemplo de FMA. Dentre os diversos modelos, em termos de produção de café, destacam-se:

- a) *A agricultura orgânica que não utilizam agrotóxicos e faz uso de compostos orgânicos na adubação, de modo a promover a diversidade de organismos do solo.*
- b) *A agricultura biodinâmica que segue um calendário próprio e busca, dentre outros, a integração lavoura-pecuária.*
- c) *A agricultura biológica que aborda além das interações ecológicas, os aspectos socioeconômicos e políticos dos sistemas produtivos, juntamente com os cuidados para com o solo.*
- d) *A agricultura natural que tem como base elementar o “respeito às leis da natureza”, limitando o uso de esterco e ampliando a utilização de compostos orgânicos de resíduos vegetais e coquetéis de microrganismos.*

A Agroecologia é o campo científico que busca estudar estas diferentes formas de agriculturas e desenvolver conceitos e práticas em seus aspectos estruturais e funcionais para gerar diretrizes mais sustentáveis (PRATES JÚNIOR *et al*, 2016). Deste modo é capaz de promover o aumento da sustentabilidade, conforme os aspectos econômicos, políticos, socioambientais e culturais em diferentes cenários de produção de café.

Para aumentar a sustentabilidade nos sistemas de manejo do cafeeiro é necessário minimizar a dependência de insumos externos, tais como fertilizantes sintéticos e agrotóxicos, bem como deve maximizar o uso racional dos bens naturais, incluindo as sinergias entre a biodiversidade planejada e associada. Isto porque a biodiversidade nos sistemas produtivos, a exemplo dos microrganismos benéficos do solo, minimizam as perdas e economizam recursos e energia e, estabelece redes de interações que aumentam a eficiência dos agroecossistemas. Os FMA, por exemplo, promovem melhorias em atributos físicos, químicos e biológicos, compondo a fertilidade ampla do solo (CARDOSO *et al*, 2010), que aumenta o desempenho dos cafeeiros a longo prazo.

Por ser uma planta perene, que após o plantio demanda pouco revolvimento do solo, os cultivos de cafeeiro favorecem a rede de hifas de FMA, que muito contribui para

manter a estabilidade dos agregados e favorecer retenção de água no solo. Entretanto, a colheita pode ser mecanizada ou manual, sendo que o manejo mecanizado exige menor adensamento de plantas entre as linhas, implicando em maior disponibilidade de luz no agroecossistema. Por outro lado, se o solo não permanecer coberto, resultará em erosão e perda de matéria orgânica, que é responsável por aumentar a qualidade físico-química e microbiológica do solo.

A adubação verde pode ser adotada nos plantios de café para cobrir o solo e aumentar a disponibilidade de matéria orgânica, o teor de carbono orgânico e N total (SOUZA, 2014), a ciclagem de nutrientes e atividade microbiana. De modo geral, a adubação verde é capaz de melhorar a qualidade do solo, auxiliar na alimentação animal e favorecer a produtividade do cafeeiro.

O cultivo de café consorciado com árvores também contribui para cobrir o solo, aumentar a disponibilidade de matéria orgânica no agroecossistema e favorecer a microbiota. Existem discussões sobre o efeito de microclima decorrente de sombreamento na produtividade (MOREIRA *et al*, 2018) e qualidade final da bebida de café. Verifica-se que muitos trabalhos discutem sobre os sistemas de manejo a pleno sol ou sombreado, orgânico ou convencional. O sombreamento é amplamente aceito para o cultivo de cafeeiro em regiões de baixa altitude e altas temperaturas, devido ao estresse da exposição direta aos raios solares e maior intensidade da bienalidade. Além disso, o plantio de espécies frutíferas, a exemplo de bananeira, pode aumentar a renda dos produtores com a venda da banana (ALVES *et al*, 2015), contribuindo para ampliar o uso eficiente da terra, garantir renda e aumentar a sustentabilidade do cultivo de cafeeiro.

Sistemas de manejo do cafeeiro com adubação verde

A adubação verde é uma prática agrícola que remonta milênios, com registros de 5.000 anos a.C, na atual Suíça e, consiste na utilização de plantas para produzir biomassa, que devido a ciclagem de matéria orgânica realizada pela microbiota, fornece nutrientes e recobre o solo, mantendo umidade e microsítios (SOUZA *et al*, 2012). Ao fornecer matéria orgânica para os agroecossistemas, o adubo verde melhora as condições para o desenvolvimento da cultura de interesse, a exemplo do cafeeiro, fornecendo principalmente N, quando se utiliza leguminosas.

O uso da adubação verde pode ocorrer por meio de consórcio ou rotação ou após o corte e recobrimento do solo, podendo resultar em melhorias das características físicas e químicas do solo (FARIA, SOARES, LEÃO, 2004), incluindo aumento nos teores de carbono orgânico e N total (SOUZA, 2014). Por exemplo, reduz a acidez, protege o solo do impacto direto da gota d'água, diminuindo os riscos de erosão e ainda aumenta a capacidade de infiltração, reduz a densidade do solo, melhora a aeração e drenagem. Além disso, incorpora N₂ atmosférico no solo, quando se utiliza de leguminosas ou outras espécies fixadoras (DÖBEREINER, 1997), implicando em menor necessidade de fertilizantes nitrogenados e ganhos em produtividade (LÁZARO *et al*, 2013).

A fixação biológica de nitrogênio (FBN) é desempenhada por grupos de bactérias capazes de captar o N₂ atmosférico e transformá-lo em formas orgânicas. Estas bactérias podem ser: a) de vida livre; b) associativas, as quais habitam a rizosfera ou tecidos internos (endofíticas), tendo grande importância para gramíneas, tais como milho e cana-de-açúcar; c) nodulíferas que se associam a espécies de leguminosas (Fabaceae), por meio de simbiose mutualista (MOREIRA, SIQUEIRA, 2006).

A adubação verde pode ser realizada, também, com plantas espontâneas, que contribuem para aumentar a disponibilidade de matéria orgânica nos agroecossistemas (de SOUZA *et al*, 2012; SOUZA, 2014), bem como favorece a microbiota do solo por aumentar o aporte de carbono orgânico. Entretanto, assim como o cultivo em consórcio, na adubação verde devem-se considerar as exigências do cafeeiro, evitando prejuízos devido a competição por luz, água e nutrientes. As plantas espontâneas podem minimizar os efeitos da radiação direta sobre o solo, a perda de umidade e de nutrientes, favorecendo a microbiota associada. A criação de microsítios pela vegetação espontânea fornece abrigo e alimentos para diversos inimigos naturais de pragas e parasitas de plantas cultivadas, bem como favorece e a presença de grupos funcionais importantes de microrganismos.

É preciso destacar o papel multifuncional dos FMA na produção do cafeeiro. Sabe-se que algumas plantas utilizadas como adubos verdes têm alta dependência micorrízica, portanto são capazes de aumentar a quantidade de inóculo, resultando em benefícios para o agroecossistema. Existem trabalhos que indicam que o consórcio de cafeeiro com crotalária (*Crotalaria breviflora*) (COLLOZI-FILHO, CARDOSO, 2000) ou o consórcio de crotalária, feijão de porco (*Canavalia ensiformis*) aumenta o número de esporos de FMA (SÁNCHEZ *et al*, 2009). Além disso, a adubação verde contribui para aumentar a

diversidade de FMA em sistemas menos intensivos de produção de café (PRATES JÚNIOR *et al*, 2014; PRATES JÚNIOR *et al*, 2019), favorecendo a manutenção de serviços ecossistêmicos.

A adubação verde torna-se importante e complementar aos sistemas agrofloretais (SAF), porque aumentam a qualidade das áreas de plantação de café devido ao aumento da atividade microbiana no solo (COLMENARES, PAIVA, ORTIZ, 2016). Assim, a adubação verde torna-se uma estratégia de cultivo que favorece a sustentabilidade dos agroecossistemas de produção de café e que favorece a diversidade de FMA.

Sistemas de manejo do cafeeiro em sistemas agrofloretais

A definição de Sistema Agroflorestal (SAF) apresenta algumas pequenas variações entre os estudiosos da área. No entanto, há um consenso que este sistema de manejo objetiva o uso intensivo e otimizado da terra, potencializando as propriedades físico-químicas e biológicas do solo, com melhor exploração das interações ecológicas. Além de atender as condições econômicas e sociais do agricultor, com a combinação de árvores, arbustos, culturas agrícolas e, às vezes, animais em uma mesma área (GOLD, GARRETT, 2009; LUEDELING *et al*, 2014). Assim, tornam-se modelos mais sustentáveis de uso da terra, que possibilitam obter diferentes produtos em uma mesma área (ALVES *et al*, 2015; MOREIRA *et al*, 2018), conforme planejamento da heterogeneidade dos agroecossistemas, levando-se em conta os conhecimentos locais, os avanços científicos e a socialização de saberes da agricultura familiar (PRATES JÚNIOR *et al*, 2016).

O cultivo de café sombreado é realizado em países da América Latina, a exemplo de Colômbia, Costa Rica, Guatemala, El Salvador e México e Brasil (JARAMILLO-BOTERO, MARTINEZ, SANTOS, 2006). Em Minas Gerais, na Zona da Mata, existem algumas experiências exitosas de cafeeiro em sistemas agrofloretais (DUARTE, CARDOSO, FÁVERO, 2008). Isto porque a diversificação pode reduzir custos de produção e aumentar a renda do agricultor (ALVES *et al*, 2015) e contribuir para a preservação da biodiversidade e serviços ecossistêmicos de grupos funcionais de microrganismo, a exemplo de FMA (PRATES JÚNIOR *et al*, 2014; PRATES JÚNIOR *et al*, 2019), com melhorias significativas nas condições edafoclimáticas dos agroecossistemas (SOUZA *et al*, 2012; MOREIRA *et al*, 2018). Entretanto, faltam

maiores entendimentos sobre espécie a consorciar, o grau de sombreamento, à densidade, o tipo de consórcio de espécies de plantas e ao manejo aplicado.

As escolhas das plantas que irão compor os SAF são dependentes das condições ambientais locais, dos objetivos dos produtores em diversificar a produção agrícola, do conhecimento tradicional adquirido entre os produtores, bem como o conhecimento passado entre as gerações de uma mesma família e por iniciativas governamentais e não governamentais como palestras e dias de campo (VALENCIA *et al*, 2015). No entanto, não há muita informação técnica disponível para auxiliar na composição das lavouras que irão contribuir para melhor produção e potencialização dos serviços ecossistêmicos (VALENCIA *op cit.*).

A construção de uma padronização que descreva com clareza a composição dos SAF em lavouras de café é extremamente dificultosa, pois os produtores não seguem uma recomendação específica. Desta forma, Moguel e Toledo (1999) propuseram uma caracterização da composição de lavouras de café sombreado baseado na estrutura e variedade de espécies vegetais que compõem os SAF e nos impactos e magnitudes da manipulação antrópica. Na ausência de uma melhor caracterização dos componentes destes SAF em cafeeiro, os mesmos autores mantiveram, 13 anos depois, a proposta de caracterização para demonstrar a distinção entre os diferentes componentes destas lavouras (TOLEDO, MOGUEL, 2012). Abaixo descreveremos a classificação proposta (MOGUEL, TOLEDO, 1999; TOLEDO, MOGUEL, 2012):

- 1- Café a Pleno Sol ou Café Não-Sombreado (*Non-Shaded Coffee*)** – são considerados os sistemas de produção moderno, ou convencional, do cafeeiro. É composto apenas por cafeeiros e diretamente expostos à luz solar. Neste sistema, há a necessidade de variedades adaptadas, grande aplicação de insumos agrícolas e intensiva mão-de-obra durante todo o ano.

- 2- Sistema de Monocultura Sombreada (*Shaded Monoculture System*)** – Há a introdução de apenas uma espécie utilizada com a finalidade de sombreamento do cafeeiro. O uso de insumos agrícolas como adubos e agrotóxicos é muito frequente, com uma produção de café voltada para atender ao mercado.

- 3- Sistema Comercial de Policultura (*Commercial Polyculture System*)** – é realizada a remoção das espécies florestais originais da área e substituídas por árvores com uma copa capaz de produzir sombras aos cafeeiros. A escolha das plantas para compor este sistema deve apresentar, além do sombreamento, pelo menos um benefício secundário, como leguminosas que podem contribuir pelo maior aporte de nitrogênio no solo ou plantas com valor comercial, seja pela madeira, seja pela produção de frutos.
- 4- Sistema Tradicional de Policultura (*Traditional Polyculture System ou Coffee Gardens*)** – consiste em uma modificação intensa da floresta nativa que pode incluir modificação no relevo, sombreamento e fertilidade, sem, no entanto, a remoção da floresta. O cafeeiro, bem como, várias espécies utilizadas para produção de sombras e produtos agrícolas são introduzidas nas florestas nativas. Constituindo-se em uma grande diversidade de plantas nativas e introduzidas, utilizadas para subsistência ou para comercialização dos produtos.
- 5- Sistema Tradicional Rústico (*Traditional Rustic System*)** – neste sistema, as plantas de cafeeiro são inseridas diretamente nas florestas nativas, com a mínima intervenção na vegetação local. O sombreamento do cafeeiro é realizado unicamente pelas plantas nativas.

Como podemos observar a classificação proposta não indica qual a composição de plantas arbóreas seria a melhor indicada em cada uma das situações. Isto por que a escolha está diretamente vinculada às características de cada propriedade rural, bem como pela forma pela qual o agricultor obteve o conhecimento das técnicas a serem implantadas (VALENCIA *et al*, 2015).

Várias espécies de plantas podem ser usadas para compor a vegetação em um SAF. Espécies de leguminosas como *Gliricidia sepium*, *Samanea saman*, *Inga vera*, *Inga latibracteata*, *Inga oerstediana*, *Inga punctata*, *Grevillea robusta* e *Hevea brasiliensis* (JARAMILLO-BOTERO, MARTINEZ, SANTOS, 2006) são constantemente utilizadas, uma vez que além da sombra para o cafeeiro, pode ser utilizada como adubação verde, fornecendo nitrogênio para as plantas e melhorando a fertilidade dos solos.

Em uma pesquisa realizada por produtores no México, as espécies preferidas dos agricultores na composição das SAF eram *Aiouea inconspícua*, *Heliocarpus donnellesmithii*, *Inga oerstedianan*, *Inga punctata*, *Inga vera*, *Ocotea* spp, *Tapirira mexicana* e *Ulmus mexicana* (VALENCIA *et al*, 2015). No trabalho de Nesper e colaboradores (2017) foi realizado um levantamento em SAF no cultivo de café sombreado em Kodagu, Índia, no qual foram catalogadas 95 espécies, sendo as mais frequentes *Grevillea robusta*, *Dalbergia latifolia*, *Areca catechu*, *Ficus glometara* e *Erythrina variegata*. Estes autores demonstraram que a manutenção de uma maior variedade de plantas nativas utilizadas para sombreamento do cafeeiro, além de aumentar a diversidade local, o que contribui para melhorar a polinização, controle de pragas, produção de serapilheira, dentre outros, também promove influência positiva sobre a produção e qualidade do café. Espécies que são amplamente utilizadas para produção de sombra e fornecimento de alguns produtos secundários são frequentemente usadas para produção de madeira como cedro-australiano (*Toona ciliata*), teca (*Tectona grandis*) e seringueira (para extração de látex), bem como para a produção de frutos como cajueiro, coqueiro, bananeira e mamoeiro (DAMATTA *et al*, 2017). Entretanto, pensando na produtividade do cafeeiro são indicadas árvores que apresentam crescimento rápido e folhagem aberta, que permita a passagem de luz.

O cafeeiro apresenta bienalidade, que desfavorece a renda dos pequenos agricultores. Entretanto, o sombreamento contribui para regularizar a produção ao diminuir os efeitos dos ventos e oscilações de temperatura, bem como permite a produção de frutos maiores e com maturação lenta (CARAMORI *et al*, 2004), que favorece sua qualidade devido a produção de açúcares (SALAZAR *et al*, 2000). Discute-se, ainda, que o sombreamento do cafeeiro é capaz de reduzir a mão de obra, uma vez que diminui a incidência de plantas espontâneas e, por conseguinte, a necessidade de capinas.

Os SAF favorecem a ciclagem de nutrientes devido as raízes das espécies arbóreas explorarem camadas mais profundas do solo, disponibilizando matéria orgânica por meio da ciclagem de nutrientes, evitando a competição com o cafeeiro nas camadas superficiais (JARAMILLO-BOTERO *et al*, 2010). Os microrganismos do solo têm papel de destaque na sustentabilidade dos agroecossistemas, desempenhando funções diversas que beneficiam o cafeeiro, tais como fixação biológica de nitrogênio, solubilização de fosfato e supressão de doenças. Os SAF podem favorecer a associação do cafeeiro com FMA,

que são considerados elementos importantes para a manutenção da sustentabilidade nos agroecossistemas.

Os SAF podem, comparados a sistema em monocultura, apresentar maior número de esporos nas camadas mais profundas, possivelmente, devido a maior abundância de raízes nessas camadas do solo (CARDOSO *et al*, 2003). Similarmente, em estudos realizados na região sudoeste da Bahia, comparando plantio de café em SAF e a pleno sol encontrou maior número de esporos de FMA neste primeiro (BONFIM *et al*, 2010). Podem existir diferenças sazonais na abundância de esporos entre cultivo de café sombreado e monocultivo não sombreado (ARIAS *et al*, 2012; PRATES JÚNIOR *et al*, 2019), com menor esporulação na época chuvosa, quando ocorre maior crescimento vegetativo da planta (BONFIM *et al*, 2010). Os trabalhos com fungos micorrízicos na produção de café ajudam a entender o papel da biodiversidade no aumento da sustentabilidade dos sistemas de produção de cafeeiro.

Fungos micorrízicos arbusculares na cafeeicultura

Os fungos micorrízicos arbusculares (FMA) colonizam 85 % das plantas terrestres e são extremamente eficientes na absorção de água e nutrientes (BRUNDRETT, TEDERSOO, 2018). Esta simbiose é descrita como ancestral, iniciada a mais de 450 milhões de anos, resultante da coevolução entre fungos e plantas, na qual ambos obtêm benefícios com a troca de nutrientes (STRULLU-DERRIEN *et al*, 2018). Os FMA auxiliam na absorção de P, N, Zn e outros elementos (HAJONG, KUMARIA, TANDON, 2013; VERGARA *et al*, 2019) e na proteção contra patógenos e aumento na tolerância a estresse abiótico (GIANINAZZI *et al*, 2010). Estes fungos têm amplo potencial de aplicação na agricultura e recuperação de áreas degradadas (CHEN *et al*, 2018).

A inoculação de FMA em cafeeiro pode favorecer a produção de biomassa e crescimento de mudas de café (SIQUEIRA *et al*, 1998), possibilitando o cultivo de café em regiões marginais que enfrentam problemas de salinidade ou contaminação por metais (ANDRADE *et al*, 2009), ou com restrições aos cultivos comerciais como baixa pluviosidade, solo ácidos e pouco férteis, característicos das áreas de Cerrado (COLLOZI-FILHO, NOGUEIRA, 2007). A colonização micorrízica acarreta diversos efeitos positivos relacionados à absorção de nutrientes, particularmente P (SIQUEIRA *et al*, 1998). A inoculação de FMA da espécie *Gigaspora margarita* em mudas de *C. arabica*

resultou em maior produção de matéria seca (7,4 vezes), bem como maior concentração de K e P na parte aérea 140 dias após a inoculação (SIQUEIRA *et al*, 1994). A inoculação de mudas de café arábica com *Glomus clarum*, *Gigaspora margarita* e espécies indígenas favoreceu o crescimento de mudas, com aumento da sobrevivência após transplântio (COLLOZI-FILHO *et al*, 1994). A produtividade e o desenvolvimento de plantas de café avaliados por seis anos, com inoculação mista de *Gigaspora margarita*, *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum* e demonstraram aumento na altura, formação da copa e diâmetro do caule (SIQUEIRA *et al*, 1998).

Embora os FMA possam favorecer o crescimento de plantas, os efeitos podem variar conforme a interação entre espécies de fungo, espécie vegetal e ambiente. E a ocorrência de diferentes gêneros e espécies de FMA no solo e nas raízes de plantas de cafés varia dependendo de vários fatores tais como condições adafoclimáticas e práticas culturais (ANDRADE *et al*, 2009). O manejo das culturas e práticas culturais, como a calagem, consórcio com leguminosas, monocultivo, dentre outros, podem alterar as características físico-químicas e biológicas do solo e influenciar a diversidade e abundância de FMA (SAGGIN JÚNIOR, SIQUEIRA, 1996; ANDRADE *et al*, 2009). Os fatores químicos do solo como pH e disponibilidade de Ca e Mg têm sido reconhecidos como aspectos importantes para os FMA, em relação à germinação de esporos e colonização de plantas (SIQUEIRA *et al*, 1986). A concentração de P afeta dependência micorrízica da planta e a efetividade simbiótica do fungo (COLOZZI-FILHO *et al*, 1994). Sabe-se que maior disponibilidade de P no solo pode contribuir para a redução na percentagem de colonização micorrízica, entretanto, pequenas aplicações em solos pobres pode favorecer essa colonização (SIQUEIRA, COLOZZI-FILHO, 1986; MOREIRA, SIQUEIRA, 2006). Todavia, o efeito da maior disponibilidade de P pode variar segundo a espécie de FMA. Por exemplo, enquanto a maior disponibilidade de P aumentou a colonização por *Glomus clarum*, resultou em menor colonização por *Acaulospora mellea* em plantas propagadas *in vitro* (VAAST *et al*, 1996). Podem ocorrer, também, diferenças na colonização devido a fontes de nitrogênio, com o amônio resultando em menor percentagem de colonização quando comparado ao nitrato e nitrato de amônio (VAAST, ZASOSKI, 1992).

A prática da calagem pode eliminar fatores fungistáticos que atuam sobre a germinação de esporos e composição das populações de FMA (SIQUEIRA *et al*, 1986), talvez pela ocorrência de outras espécies de plantas que atuam estimulando diferentes

espécies de FMA. Existem níveis de plasticidade fenotípica, com indícios de boa adaptabilidade de certas espécies às condições de pH, já que a presença de *Glomus diaphanum*, tradicionalmente citada como de baixa tolerância à acidez, foi registrada em pH 3,9 na rizosfera do cafeeiro (COLLOZI-FILHO, CARDOSO, 2000). Estes fungos podem também induzir o aumento do pH, diminuir a acidez trocável e aumentar os valores de cátions trocáveis na rizosfera (VAAST, ZASOSKI, 1992), contribuindo para reduzir a toxicidade do Al e permitir a colonização de espécies de micro-organismos e plantas.

Os sistemas de cultivo provocam alterações nas populações de FMA quando comparado com o ambiente de mata nativa, diminuindo a diversidade (FERREIRA, STONE, MARTIN-DIDONET, 2017; PRATES JÚNIOR *et al*, 2019), com seleção de espécies menos eficientes (MOREIRA, SIQUEIRA, 2006). Isto porque a diversidade de plantas altera a composição, abundância e diversidade de microrganismos do solo, devido a fatores como a liberação de exsudatos, que favorecem o recrutamento de microrganismos benéficos.

No Brasil o cafeeiro é cultivado principalmente em monocultivo a pleno sol, entretanto, os sistemas agroflorestais têm ganhado espaço. Uma maior diversidade micorrizica em raízes de *C. arábica* é observada quando em SAF quando comparado com outros sistemas de manejo (BEENHOUWER *et al*, 2015) e o monocultivo de café por longos anos pode reduzir a riqueza de microrganismos do solo (ZHAO *et al*, 2018), incluindo FMA. Em plantações de café na presença de diferentes espécies de árvores usadas para sombrear, pode ocorrer maior população de FMA porque aumenta a biodiversidade (MULETA *et al*, 2007) e, conseqüentemente, aumenta a disponibilidade de nichos. Análises moleculares mostraram que o sistema de manejo agroecológico mantém maior diversidade de FMA no solo, sendo inclusive semelhante a diversidade da mata natural, em comparação com os sistemas convencionais (PRATES JÚNIOR *et al*, 2014; PRATES-JUNIOR *et al*, 2019). A abundância e diversidade de FMA são maiores em sistemas agroflorestais que utilizam árvores de sombra (DOBO, ASEFA, ASFAW, 2018). Árvores de macaúba por exemplo modificam o microclima da lavoura cafeeira no sistema agroflorestal, proporcionando redução da temperatura e da intensidade e disponibilidade de radiação fotossinteticamente ativa (MOREIRA *et al*, 2018). Isto implica em alterações na estrutura da comunidade de FMA em nível de profundidade, nas camadas do solo e proximidade do cafeeiro com plantas de macaúba (CARDOSO *et al*, 2003; JORDÃO *et al*, 2017).

A localidade e período de amostragem também afetam a composição da comunidade de FMA, mostrando a importância de se considerar a fenologia da planta e a escala espacial para amostragem (PRATES JÚNIOR *et al*, 2014; PRATES-JUNIOR *et al*, 2019). As práticas menos intensivas de cultivo de cafeeiro, incluindo consórcio, adubação verde, SAF e menor uso de insumos, favorece a abundância e diversidade de FMA. Verifica-se a ocorrência de um *feedback* positivo, uma vez que a maior abundância e diversidade de FMA aumenta a tolerância a estresse abiótico e biótico, diminuindo o uso de agrotóxicos que prejudicam a saúde humana e a qualidade ambiental. Portanto, o manejo adequado nos cultivos cafeeiro favorece a prevalência de FMA e contribui para a sustentabilidade, bem como, ainda que indiretamente, favorece a promoção da saúde humana.

Considerações finais

O café é uma das bebidas mais consumidas em nível mundial, apresentando demanda crescente devido ao aumento da população e ampliação de consumo *per capita*. Entretanto, em termo de sustentabilidade o grande desafio não é apenas aumentar a produção, mas fornecer um café de qualidade, livre de contaminantes e que contribua para promover a agro(biodiversidade) e saúde dos consumidores.

É preciso reconhecer que os modelos de agriculturas mais sustentáveis, promovidos pela Agroecologia deve utilizar o potencial de microrganismos do solo, sobretudo de grupos que exercem papéis multifuncionais, tais como os fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e bactérias fixadoras de N. A simbiose mutualista de raízes do cafeeiro com FMA favorece a sanidade da planta, aumenta a eficiência de absorção de nutrientes e promove melhorias na qualidade dos solos.

Os sistemas de manejo menos intensivos, baseados na adubação verde e sistemas agroflorestais (SAF) favorece a diversidade de FMA nos cultivos de cafeeiro e contribui para o aumento da sustentabilidade da cafeicultura, devido à diminuição de perdas e aumento das sinergias entre os componentes dos agroecossistemas.

Referências

- ALTIERI, M. **Agroecologia**: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável. 4ª ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004. 117 p.
- ALVES, E. P. *et al.* Economic Analysis of a Coffee-Banana System of a Family-Based Agriculture at the Atlantic Forest Zone, Brazil. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 39, n. 3, p. 232–239, 2015.
- AMORI, P. H. *et al.* Arborização de cafezais e aspectos climatológicos. *In*: MATSUMOTO, S. N. (Org.). **Arborização de cafezais no Brasil**. Vitória da Conquista: Uesb, 2004. p. 20–41.
- ANDRADE, S. *et al.* Arbuscular mycorrhizal association in coffee. **The Journal of Agricultural Science**, v. 147, n. 2, p. 105–115, 2009.
- ARIAS, R. M. *et al.* Diversity and abundance of arbuscular mycorrhizal fungi spores under different coffee production systems and in a tropical montane cloud forest patch in Veracruz Mexico. **Agroforestry Systems**, v. 85, n. 1, p. 179–193, 2012.
- BEENHOUWER, M. *et al.* DNA pyrosequencing evidence for large diversity differences between natural and managed coffee mycorrhizal fungal communities. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 35, n. 1, p. 241–249, 2015.
- BRUNDRETT, M. C.; TEDERSOO, L. Evolutionary history of mycorrhizal symbioses and global host plant diversity. **New Phytologist**, v. 220, p. 1108–1115, 2018.
- CARDOSO, I. M. *et al.* Distribution of mycorrhizal fungal spores in soils under agroforestry and monocultural coffee systems in Brazil. **Agroforestry Systems**, v. 58, n. 1, p. 33–43, 2003.
- CARDOSO, I. M.; KUYPER, T. W. Mycorrhizas and tropical soil fertility. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 116, n. 1–2, p. 72–84, 2006.
- CHEN, M. *et al.* Beneficial services of arbuscular mycorrhizal fungi – from ecology to application. **Frontiers in Plant Science**, v. 9, n. 1270, p. 1–14 2018.
- COLMENARES, P. C. H.; PAIVA, A. S.; ORTIZ, A. M. M. Impacts of different coffee systems on soil microbial populations at different altitudes in Villavicencio (Colombia). **Agronomía Colombiana**, v. 34, n. 2, p. 285–291, 2016.
- DABA, G. *et al.* Seasonal and altitudinal differences in coffee leaf rust epidemics on coffee berry disease-resistant varieties in Southwest Ethiopia. **Tropical Plant Pathology**, v. 44, n. 3, p. 244–250, 2019.
- DAMATTA, F. M. *et al.* **O café conilon em sistemas agroflorestais**. *In*: FERRÃO, R. G. *et al.* 2ª ed. Vitória- ES. 2017. Cap. 19, p.481–493.

- SOUZA, H. N. *et al.* Learning by doing: a participatory methodology for systematization of experiments with agroforestry systems, with an example of its application. **Agroforestry Systems**, v. 85, n. 2, p. 247–262, 2012.
- DÖBEREINER, J. A importância da fixação biológica de nitrogênio para a agricultura sustentável. **Biotecnologia Ciência**, v. 1, n. 1, p. 2–3, 1997.
- DOBO, B.; ASEFA, F.; ASFAW, Z. Effect of tree-enset-coffee based agro-forestry practices on arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) species diversity and spore density. **Agroforestry Systems**, v. 92, n. 2, p. 525–540, 2018.
- DUARTE, E. M. G.; CARDOSO, I. M.; FÁVERO, C. Terra Forte. **Agriculturas**, v. 5, n. 3, p. 11–15, 2008.
- FAO - **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Building a common vision for sustainable food and agriculture: principles and approaches. Roma: FAO, 2014b. 51 p. Disponível em: www.fao.org/3/a-i3940e.pdf. Acesso em: 15 jul. 2019.
- FARIA, C. M. B.; SOARES, J. M.; LEÃO, P. C. S. Adubação verde com leguminosas em videira no submédio São Francisco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 4, p. 641–648, 2004.
- FERREIRA, E. P. B.; STONE, L. F.; MARTIN-DIDONET, C. C. G. Population and microbial activity of the soil under an agro-ecological production system. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, n. 1, p. 22–31, 2017.
- GIANINAZZI, S. *et al.* Agroecology: the key role of arbuscular mycorrhizas in ecosystem services. **Mycorrhiza**, v. 20, n. 8, p. 519–530, 2010.
- GLIESSMAN, S. R. **Agroecology: the ecology of sustainable food systems**, CRC Press, Taylor e Francis, New York, USA, 2007, 384 p.
- GOLD, M. A.; GARRETT, H. E. Agroforestry nomenclature, concepts, and practices. *In*: GARRETT, H. E. (Ed.), **North American Agroforestry, an Integrated Science and Practice**, 2th ed. American Society of Agronomy, Madison, WI, 2009. p. 45–55.
- HAJONG, S.; KUMARIA, S.; TANDON, P. Comparative study of key phosphorus and nitrogen metabolizing enzymes in mycorrhizal and non-mycorrhizal plants of *Dendrobium chrysanthum* Wall. ex Lindl. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 35, n. 7, p. 2311–2322, 2013.
- ISMAIL, Y.; MCCORMICK, S.; HIJRI, M. The arbuscular mycorrhizal fungus, *Glomus irregulare*, controls the mycotoxin production of *Fusarium sambucinum* in the pathogenesis of potato. **FEMS Microbiology Letters**, v. 348, n. 1, p. 46–51, 2013.
- JARAMILLO-BOTERO, C.; MARTINEZ, H. E. P.; SANTOS, R. H. S. Características do café (*Coffea arabica* L.) sombreado no norte da América Latina e no Brasil: análise comparativa. **Coffee Science**, v. 1, n. 2, p. 94–102, 2006.

- JARAMILLO-BOTERO, C. *et al.* Production and vegetative growth of coffee trees under fertilization and shade levels. **Scientia Agricola**, v. 67, n. 6, p. 639–645, 2010.
- JORDÃO, T. C. *et al.* AMF community structure on intercropping coffee (*Coffea arabica*) with macauba palm (*Acrocomia aculeata*). **IX Congresso Latinoamericano de Micología**, Lima, Peru, 2017.
- KRISHNA, H. *et al.* Suppression of *Botryosphaeria* canker of apple by arbuscular mycorrhizal fungi. **Crop Protection**, v. 29, n. 9, p. 1049–1054, 2010.
- LÁZARO, R. L. *et al.* Produtividade de milho cultivado em sucessão à adubação verde. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 1, p. 10–17, 2013.
- LUEDELING, E. *et al.* Agroforestry systems in a changing climate - challenges in projecting future performance. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 6, p. 1–7, 2014.
- MILLAR, N. S.; BENNETT, A. E. Stressed out symbiotes: hypotheses for the influence of abiotic stress on arbuscular mycorrhizal fungi. **Oecologia**, v. 182, p. 625–642, 2016.
- MOGUEL, P.; TOLEDO, V. M. Biodiversity conservation in traditional coffee systems of Mexico. **Conservation Biology**, v. 13, n. 1, p. 11–21, 1999.
- MOREIRA, F. M. S; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**, Lavras: Editora UFLA, 2006. 729 p.
- MOREIRA, S. L. S. *et al.* Intercropping of coffee with the palm tree, macauba, can mitigate climate change effects. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 256–257, p. 379–390, 2018.
- MULETA, D. *et al.* Composition of coffee shade tree species and density of indigenous arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) spores in Bonga natural coffee forest, southwestern. **Forest Ecology and Management**, v. 241, n. 1-3, p. 145–154, 2007.
- MULETA, D. *et al.* Distribution of arbuscular mycorrhizal fungi spores in soil of southwestern Ethiopia. **Biology and Fertility of Soils**, v. 44, n. 4, p. 653–659, 2008.
- NESPER, M. *et al.* Shade tree diversity enhances coffee production and quality in agroforestry systems in the Western Ghats. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 247, p. 172–181, 2017.
- POSADA, R. H. *et al.* Effects of soil physical and chemical parameters, and farm management practices on arbuscular mycorrhizal fungi communities and diversities in coffee plantations in Colombia and Mexico. **Agroforestry Systems**. v. 92, n. 2, p. 555–574, 2016.
- PRATES JÚNIOR, P. **Comunidade de fungos micorrízicos arbusculares em diferentes sistemas de manejo do cafeeiro**. Orientador: Eduardo de Sá Mendonça. 2014. 34 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014.

PRATES JÚNIOR, P. *et al.* Agroecologia: reflexões teóricas e epistemológicas. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.11, p.246–258, 2016.

PRATES JÚNIOR, P. *et al.* Agroecological coffee management increases arbuscular mycorrhizal fungi diversity. **Plos One**, v. 14, n. 1, p. 1–9, 2019.

SALAZAR, E. *et al.* Calidad de Coffea arabica bajo sombra de Erythrina poeppigiana a diferentes elevaciones en Costa Rica. **Agroforestería em las Américas**, v. 7, n. 26, p. 40–42, 2000.

SCHWEIGER, P.; JAKOBSEN, I. Laboratory and Field methods for measurement of hyphal uptake of nutrients in soil. **Plant and Soil**, v. 226, n. 2, p. 237–244, 2000.

SIQUEIRA, J. O. *et al.* Arbuscular mycorrhizal inoculation and superphosphate application influence plant development and yield of coffee in Brazil. **Mycorrhiza**, v. 7, n. 6, p. 293–300, 1998.

SMITH, F. A.; SMITH, S. E. What is the significance of the arbuscular mycorrhizal colonisation of many economically important crop plants? **Plant and Soil**, v. 348, n. 1, p. 63–79, 2011.

SMITH, S. E.; READ, D. J. **Mycorrhizal Symbiosis**. 3^a Edition, Academic Press, London. 2008.

SOUZA, B. J. **Adubação verde: uso por agricultores agroecológicos e o efeito residual no solo**. Orientador: Raphael Bragança A. Fernandes. 2014. 64 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014.

SOUZA, C. M. *et al.* **Adubação verde e rotação de culturas**. Viçosa-MG. Ed. UFV, 2012.

STRULLU-DERRIEN, C. *et al.* The origin and evolution of mycorrhizal symbioses: from palaeomycology to phylogenomics. **New Phytologist**, v. 220, p. 1012–1030, 2018.

TCHABI, A. *et al.* Arbuscular mycorrhizal fungal communities in sub-Saharan Savannas of Benin, West Africa, as affected by agricultural land use intensity and ecological zone. **Mycorrhiza**, v. 18, n. 4, p. 181–195, 2008.

TOLEDO, V. M.; MOGUEL, P. Coffee and sustainability: The multiple values of traditional shaded coffee. **Journal of Sustainable Agriculture**, v. 36, p. 353–377, 2012.

VALENCIA, V. *et al.* The use of farmers' knowledge in coffee agroforestry management: implications for the conservation of tree biodiversity. **Ecosphere**, v. 6, n. 7, p. 1–17, 2015.

VERGARA, C. *et al.* Plant-mycorrhizal fungi interaction and response to inoculation with different growth-promoting fungi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 54, e25140, 2019.

WEZEL, A. *et al.* Agroecology as a science, a movement, and a practice. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 29, n. 4, p. 503–515, 2009.

ZHAO, Q. *et al.* Long-Term Coffee Monoculture Alters Soil Chemical Properties and Microbial Communities. **Scientific Reports**, v. 8, n. 6116, p. 1–11, 2018.

Capítulo 7

Sistemas de base agroecológica: cultivo orgânico de café arábica e conilon

Waldênia de Melo Moura, Vanessa Schiavon Lopes, Alisson Santos Lopes da Silva

Introdução

A agroecologia é uma ciência derivada da ecologia e da agronomia, que emergiu nos anos 80 como uma metodologia para os estudos dos agroecossistemas e estabeleceu as bases ecológica da sustentabilidade de produção na agricultura (GLIESSMAN, 2001). Abrange conhecimentos de ciências agrárias, ecologia, sociologia, antropologia, etnologia, entre outras. Preconiza a valorização do conhecimento local e o uso de práticas que potencializam a biodiversidade e os processos biológicos (ALTIERI, 2002). Dessa forma, os princípios agroecológicos norteiam as diversas formas de agricultura alternativa, praticada antes mesmo da concepção da agroecologia como ciência, tais como a natural, a ecológica, a biodinâmica, a permacultura e a orgânica.

Dentre os sistemas de cultivo de base agroecológica destaca-se os orgânicos, com maior expressão comercial. Em se tratando da cafeicultura, a comercialização dos cafés orgânicos, certificados e sustentáveis, ocorrem principalmente nos Estados Unidos e Europa, onde os consumidores cada vez mais valorizam a qualidade desses produtos, as boas práticas de produção, relações éticas de trabalho e sistemas de produção sustentáveis. Desse modo, há um incentivo para a utilização de sistemas de produção mais ecológicos, gerando assim novas oportunidades de mercado em diversas regiões produtoras no país.

A cafeicultura orgânica no mundo tem suplantado recordes a cada ano. A área cultivada aumentou em cinco vezes, saltando de aproximadamente 176 mil para mais de 890 mil hectares entre o período de 2004 a 2017, entretanto representa apenas cerca de 1,3 % das áreas agrícolas com sistemas orgânicos (WILLER, LERNOUD, 2019). A maior parte (cerca de 45 %) dos cultivos encontra-se na América Latina, destacando-se o México e o Peru, com 231.000 e pouco mais de 110.000 hectares, respectivamente. O continente Africano é responsável por 42 % das áreas de café produzido neste sistema, sendo que a maior extensão, 161.113 hectares, encontra-se na Etiópia. Entre os países

com a maior parcela de áreas destinadas a produção de café orgânico, o Timor-Leste e a Bolívia apresentam as maiores frações, 58 % e 48 % respectivamente (WILLER, LERNOUD, 2019). Já o Peru, com uma área de café orgânico certificado superior a 28 % é o maior exportador mundial (USDA, 2019), tendo como principais destinos os Estados Unidos, Alemanha e Bélgica.

No Brasil, a ausência de estatísticas oficiais sobre a área, produção e comercialização de café orgânico tem gerado discrepâncias entre as diferentes fontes de informações. Em 2014, a cafeicultura orgânica no país ocupou apenas 0,3 % da área total de café (FAO, 2015). No período de 2005 a 2013, a produção manteve-se numa média anual de 70 a 80 mil sacas, com estimativas de aumento de cerca de 13 % na produção para os quatro anos subsequentes (ACOB, 2019).

O cultivo orgânico é regulamentado por legislação específica, incluindo decretos e instruções normativas, portanto, é necessário conhecer as normas de produção, processamento, rotulagem, certificação e comercialização. Para atender essas normas e as demandas dos agricultores é necessário investimento em pesquisas. Dessa forma a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) e outras instituições de ensino e pesquisa têm contribuído para o desenvolvimento de tecnologias para a cafeicultura de base agroecológica.

Legislação para a implementação de sistemas de base agroecológica

O primeiro passo para a produção de café em sistemas de base agroecológica é conhecer os princípios e as normas de produção. No caso dos orgânicos, a partir de 2003, toda a produção, processamento, rotulagem e comercialização de produtos orgânicos no Brasil passaram a ser regida pela Lei nº. 10.831 de 23 de dezembro de 2003, regulamentada pelo Decreto nº 6.323 em 27 de dezembro de 2007. Outros Decretos, Instruções Normativas tem sido publicados como complementação a esses dispositivos legais (BRASIL, 2016), de forma a evitar fraudes e garantir um valor agregado ao produto, tornando-o diferenciado no mercado.

Dessa forma, considera-se sistemas orgânicos de produção agropecuária, aqueles que adotam técnicas específicas visando otimizar o uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis, respeitando à integridade cultural das comunidades rurais, com o intuito de promover a sustentabilidade econômica e ecológica. Busca-se

maximizar os benefícios sociais e reduzir a dependência de recursos externos, sendo proibido a utilização de materiais sintéticos, de organismos geneticamente modificados e de radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização, e a proteção do meio ambiente (BRASIL, 2016)

Nas Tabelas 1 e 2 estão descritas algumas substâncias, produtos e práticas permitidas e, ou autorizados pelo Organismo de Avaliação da Conformidade Orgânica (OAC) ou pela Organização de Controle Social (OCS) para uso em fertilização, correção do solo e no manejo e controle de pragas e doenças nos vegetais em sistemas orgânicos de produção (BRASIL, 2016).

Tabela 1. Substâncias e produtos autorizados para uso em fertilização e correção do solo em sistemas orgânicos de produção, presentes na Instrução Normativa nº 64, de 18 de dezembro de 2008.

PRODUTOS SEM RESTRIÇÃO		
Adubos verdes; Fosfatos de rocha, hiperfosfatos e termofosfatos; Micronutrientes; Carbonatos, óxidos e hidróxidos de cálcio e magnésio (calcários e cal); Preparados biodinâmicos.		
PRODUTOS COM RESTRIÇÃO		
Substâncias e Produtos	Condições Gerais	Condições adicionais para as substâncias e produtos obtidos de sistemas de produção não orgânicos
Composto orgânico, vermi-composto e outros resíduos orgânicos de origem vegetal e animal	<ul style="list-style-type: none"> Definição da quantidade a ser utilizada em função do manejo e da fertilidade do solo tendo como referência os parâmetros técnicos de recomendações regionais, de forma a evitar possíveis impactos ambientais. 	<ul style="list-style-type: none"> Desde que os limites máximos de contaminantes não ultrapassem os estabelecidos; Permitido somente com a autorização do OAC ou da OCS.
Composto orgânico proveniente de lixo doméstico	<ul style="list-style-type: none"> Permitido desde que oriundo de coleta seletiva; Permitido para culturas perenes desde que bioestabilizado e não usado diretamente nas partes aéreas comestíveis; Definição da quantidade a ser utilizada em função do manejo e da fertilidade do solo tendo como referência os parâmetros técnicos de recomendações regionais de forma a evitar possíveis impactos ambientais. 	<ul style="list-style-type: none"> Permitido somente com a autorização do OAC ou da OCS; Desde que os limites máximos de contaminantes não ultrapassem os estabelecidos.
Excrementos de animais e conteúdo de rúmen e de vísceras	<ul style="list-style-type: none"> Proibido aplicação nas partes aéreas comestíveis quando utilizado como adubação de cobertura; Permitidos desde que seu uso e manejo não causem danos à saúde e ao meio ambiente; Definição da quantidade a ser utilizada em função do manejo e da fertilidade do solo tendo como referência os parâmetros técnicos de recomendações regionais de forma a evitar possíveis impactos ambientais. 	<ul style="list-style-type: none"> Permitido somente com a autorização do OAC ou da OCS; Permitidos desde que compostados e bioestabilizados; O produto oriundo de sistemas de criação com o uso intensivo de alimentos e produtos veterinários proibidos pela legislação de orgânicos só será permitido quando na região não existir alternativa disponível, desde que os limites de contaminantes não ultrapassem os estabelecidos. O produtor deverá adotar estratégias que visem a eliminação deste tipo de insumo num prazo máximo de cinco anos a partir da publicação desta Instrução Normativa.
Biofertilizantes obtidos de componentes de origem vegetal	<ul style="list-style-type: none"> Permitidos desde que seu uso e manejo não causem danos à saúde e ao meio ambiente. 	<ul style="list-style-type: none"> Permitidos desde que a matéria-prima não contenha produtos não permitidos pela regulamentação da agricultura orgânica; Permitido somente com a autorização do OAC ou da OCS.

<p>Biofertilizantes obtidos de componentes de origem animal</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Permitidos desde que seu uso e manejo não causem danos à saúde e ao meio ambiente; ● Permitidos desde que bioestabilizados; ● O uso em partes comestíveis das plantas está condicionado à autorização do OAC ou da OCS. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Permitido desde que a matéria-prima não contenha produtos não permitidos pela regulamentação da agricultura orgânica; ● Permitido somente com a autorização do OAC ou da OCS.
<p>Produtos derivados da aquicultura e pesca</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Permitidos desde que bioestabilizados; ● O uso em partes comestíveis das plantas está condicionado à autorização do OAC ou da OCS. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Restrição para contaminação química e biológica.
<p>Resíduos de biodigestores e de lagoas de decantação e fermentação</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Permitidos desde que seu uso e manejo não causem danos à saúde e ao meio ambiente; ● Permitidos desde que bioestabilizados; ● O uso em partes comestíveis das plantas está condicionado à autorização pelo OAC ou pela OCS; ● Este item não se aplica a resíduos de biodigestores e lagoas que recebam excrementos humanos. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Permitidos desde que os limites máximos de contaminantes não ultrapassem os estabelecidos; ● Permitido somente com a autorização do OAC ou da OCS; ● O produtor deverá adotar estratégias que visem à eliminação deste tipo de insumo num prazo máximo de cinco anos a partir da publicação desta Instrução Normativa.
<p>Excrementos humanos e de animais carnívoros domésticos</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Não aplicado a cultivos para consumo humano; ● Bioestabilizado; ● Não aplicado em adubação de cobertura na superfície do solo e parte aérea das plantas; ● Permitido somente com a autorização do OAC ou da OCS. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Uso proibido.
<p>Inoculantes, microorganismos e enzimas pós de rocha</p>		<ul style="list-style-type: none"> ● Desde que não sejam geneticamente modificados ou originários de organismos geneticamente modificados; ● Desde que não causem danos à saúde e ao ambiente; ● Desde que os teores de metais pesados não ultrapassem os níveis máximos regulamentados.
<p>Argilas</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Desde que proveniente de extração legal 	
<p>Sulfato de potássio e sulfato duplo de potássio e magnésio.</p>		<ul style="list-style-type: none"> ● Desde que obtidos por procedimentos físicos, não enriquecidos por processo químico e não tratados quimicamente para o aumento da solubilidade; ● Permitido somente com a autorização do OAC ou da OCS em que estiverem inseridos os agricultores familiares em venda direta.
<p>Sulfato de cálcio (gesso)</p>		<ul style="list-style-type: none"> ● Desde que o nível de radiatividade não ultrapasse o limite máximo

		regulamentado; ● Gipsita (gesso mineral) sem restrição.
Turfa	● Desde que proveniente de extração legal.	
Algas marinhas	● Desde que proveniente de extração legal.	
Enxofre elementar		● Desde que autorizado pelo OAC ou pela OCS.
Pó de serra, casca e outros derivados da madeira, pó de carvão e cinzas	● Permitidos desde que a matéria-prima não esteja contaminada por substâncias não permitidas para uso em sistemas orgânicos de produção; ● Proibido o uso de extrato pirolenhoso.	● Permitidos desde que não sejam oriundos de atividade ilegal.
Produtos processados de origem animal procedentes de matadouros e abatedouros	● Definição da quantidade a ser utilizada em função do manejo e da fertilidade do solo tendo como referência os parâmetros técnicos de recomendações regionais de forma a evitar possíveis impactos ambientais.	● Permitidos desde que não sejam oriundos de atividade ilegal.
Substrato para plantas	● Permitidos desde que obtido sem causar dano ambiental.	● Proibido o uso de radiação; ● Permitido desde que sem enriquecimento com fertilizantes não permitidos nesta Instrução Normativa.
Produtos, subprodutos e resíduos industriais de origem animal e vegetal	● Definição da quantidade a ser utilizada em função do manejo e da fertilidade do solo tendo como referência os parâmetros técnicos de recomendações regionais de forma a evitar possíveis impactos ambientais.	● Proibido o uso de vinhaça amônica; ● Permitidos desde que não tratados com produtos não permitidos nesta Instrução Normativa.
Escórias industriais de reação básica		● Permitidas desde que autorizadas pelo OAC ou pela OCS.

Tabela 2. Substâncias e práticas permitidas para manejo e controle de pragas e doenças nos vegetais em sistemas orgânicos, presentes na Instrução Normativa nº 64, de 18 de dezembro de 2008.

Substâncias e práticas	Descrição, requisitos de composição e condições de uso
Agentes de controle biológico de pragas e doenças	O uso de preparados viróticos, fúngicos ou bacteriológicos deverá ser autorizado pelo OAC ou pela OCS
Armadilhas de insetos, repelentes mecânicos e materiais repelentes	O uso de materiais com substância de ação inseticida deverá ser autorizado pelo OAC ou pela OCS
Semioquímicos (feromônio e aleloquímicos)	
Enxofre	Necessidade de autorização pelo OAC ou pela OCS
Caldas bordalesa e sulfocálcica	Necessidade de autorização pelo OAC ou pela OCS
Sulfato de alumínio	Solução em concentração máxima de 1 % Necessidade de autorização pelo OAC ou pela OCS
Pó de rocha; Própolis; Cal hidratada; Extratos de insetos	
Extratos de plantas e outros preparados fitoterápicos	Poderão ser utilizados em partes comestíveis os extratos e preparados de plantas utilizadas na alimentação humana. O uso do extrato de fumo, piretro, rotenona e Azadiractina naturais, para uso em qualquer parte da planta deverá ser autorizado pelo OAC ou pela OCS sendo proibido o uso de nicotina pura Extratos de plantas e outros preparados fitoterápicos de plantas não utilizadas na alimentação humana poderão ser aplicados nas partes comestíveis desde que existam estudos e pesquisas que comprovem que não causam danos a saúde humana, aprovados pelo OAC ou OCS
Sabão e detergente neutros e biodegradáveis	
Gelatina	
Terras diatomáceas	Necessidade de autorização pelo OAC ou pela OCS
Álcool etílico	Necessidade de autorização pelo OAC ou pela OCS
Alimentos de origem animal e vegetal	Desde que isentos de componentes não autorizados por esta Instrução Normativa
Ceras naturais	
Óleos vegetais e derivados	Desde que autorizado pelo OAC ou pela OCS Desde que isentos de componentes não autorizados por esta Instrução Normativa
Óleos essenciais	
Solventes (álcool e amoníaco)	Necessidade de autorização pelo OAC ou pela OCS
Ácidos naturais	Necessidade de autorização pelo OAC ou pela OCS
Caseína	
Silicatos de cálcio e magnésio	Desde que os teores de metais pesados não ultrapassem os níveis máximos regulamentados Definição da quantidade a ser utilizada em função do pH e da saturação de bases
Bicarbonato de sódio	
Permanganato de potássio	Necessidade de autorização pelo OAC ou pela OCS
Preparados homeopáticos e biodinâmicos	
Carbureto de potássio	Necessidade de autorização pelo OAC ou pela OCS
Dióxido de carbono, gás de nitrogênio (atmosfera modificada) e tratamento térmico	Necessidade de autorização pelo OAC ou pela OCS
Bentonita	Necessidade de autorização pelo OAC ou pela OC

Implantação e condução de lavoura de café em sistemas de base agroecológica

Para a implantação e condução do cafezal em sistemas de base agroecológica é necessário um planejamento das atividades a serem realizadas, que variam com a forma de manejo a ser adotado. Nesse sentido a EPAMIG em parceria com os agricultores familiares estabeleceram um calendário com etapas para auxiliar nas tomadas de decisões, a fim de tornar o processo mais eficiente (Quadro 1)

Quadro 1. Épocas de realização das atividades para produção de café em sistemas orgânicos e agroecológicos para Minas Gerais¹.

Atividades/meses	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Escolha e aquisição de sementes	■											
Formação de mudas						■						
Amostragem e análise de solo							■					
Limpeza da área (roçada)								■				
Marcação das curvas de nível									■			
Sulcamento ou coveamento										■		
Calagem sulco ou cova café									■			
Calagem para leguminosas									■			
Adubação para leguminosas										■		
Plantio de leguminosas										■		
Adubação sulco ou cova café										■		
Transplântio das mudas de café										■		
Controle de invasoras	■											■
Monitoramento da ferrugem ²	■											■
Monitoramento da cercóspora ²		■										
Monitoramento de bicho mineiro ²					■							
Monitoramento da broca do café ²										■		
Adubação pós-plantio (cama de frango)	■											■
Adubação de formação e produção											■	
Aplicação de biofertilizantes	■										■	
Corte e aplicação adubos verdes	■										■	
Produção de esterco				■								
Colheita ²					■							
Beneficiamento e preparo do café					■							
Podas e recepas de renovação							■					
Comercialização	■											

¹ Considerar o período chuvoso entre os meses de novembro até março ou abril. ² Para lavouras em produção. Fonte: MOURA *et al* (2015). Dados básicos atualizados de LIMA *et al* (2002).

Espécies e cultivares de café para sistemas de base agroecológica

O cafeeiro apresenta apenas duas espécies com valor comercial, *Coffea arabica* e *Coffea canephora*. A primeira, conhecida como café arábica, recomendada para regiões acima de 450 m de altitude, com deficiência hídrica anual máxima de 150 mm e temperaturas médias anuais variando de 18 a 22 °C. Já a segunda espécie é conhecida como café robusta, recomendada para regiões abaixo de 450 m de altitude, com temperaturas médias anuais variando de 22 a 26 °C e deficiência hídrica anual até 200 mm (CARVALHO, 2008). Portanto para a escolha da espécie de café a ser plantada é necessário conhecer as condições edafoclimáticas da região.

Determinada a espécie, deve-se optar por cultivares mais adequadas ao cultivo de base agroecológica. Nesse sentido, a EPAMIG juntamente com Centro de Tecnologias Alternativas da Zona da Mata (CTA-ZM) e dos Sindicatos e Associações de Agricultores avaliaram 30 cultivares de café arábica (antigas e melhoradas), utilizando a metodologia de pesquisa participativa, em três municípios com diferentes condições edafoclimáticas (MOURA *et al*, 2013).

Em Araponga, altitude acima de 1000 m, sobressaíram as cultivares Catuaí Vermelho IAC 15, Catuaí Amarelo 24/137, Catuaí Vermelho 36/6, Catuaí-Açu, IBC Palma 1, IBC Palma 2, Oeiras MG 6851, Paraíso MG H 419-1, Sabiá 708, Siriema 842 e Tupi IAC 1669-33, com médias acima de 26,8 sacas de café beneficiado ha⁻¹ (sacas ha⁻¹). No município de Espera Feliz, altitude intermediária (700 a 900 m) as cultivares Catuaí Vermelho IAC 15, Catuaí Amarelo 24/137, Catuaí Vermelho 36/6, IBC Palma 1, Icatu Precoce IAC 3282, Obatã Vermelho IAC 1669-20, Oeiras MG 6851, Paraíso MG H419-1, Rubi MG 1192, Sabiá 708 e Topázio MG 1190 foram as mais produtivas com médias acima de 38,9 sacas ha⁻¹.

Em Tombos, região mais baixa (600 m), as cultivares Canário, Catuaí Amarelo IAC 62, Catuaí Vermelho IAC 15, Catuaí Amarelo 24/137, Catuaí Vermelho 36/6, Catuaí Vermelho 785-15, IBC Palma 1, IBC Palma 2, Icatu Amarelo IAC 2944, Oeiras MG 6851, Ouro Verde IAC H 5010-5, Paraíso MG H 419-1, Sabiá 708 e Siriema 842 foram as mais indicadas, com média de produtividade acima de 21,4 sacas ha⁻¹. As cultivares Sabiá 708, Catuaí Amarelo 24/137, IBC Palma 1, Paraíso MG H 419-1, Catuaí Vermelho 36/6, Catuaí Vermelho IAC 15 e Oeiras MG 6851 apresentaram produtividades elevadas na maioria das altitudes avaliadas e foram comuns entre os

municípios avaliados. Ressalta-se que as cultivares Catuaí Amarelo IAC 62 e Catuaí Vermelho IAC 15, embora tenham se destacado, não possuem resistência genética a ferrugem, logo somente devem ser utilizadas se houver acompanhamento correto da correção do solo, adubações de cobertura e foliares.

A EPAMIG também iniciou pesquisa com o café conilon visando selecionar clones mais adequados para o cultivo orgânico. Estão sendo avaliados 36 clones dessa espécie de café no Campo Experimental de Leopoldina, MG. Considerando a safra 2017/2018, a média da produtividade foi de 21 sacas ha⁻¹. Os clones códigos 28, 18, 8, 2, 24, 35, 31, 10, 26, 3, 27, 16, 6, 20, 14 e 4 foram os mais produtivos com médias variando de 76 a 43 sacas ha⁻¹, apresentando grande potencial para o cultivo orgânico.

Com o objetivo de verificar os efeitos dos sistemas de base agroecológica sobre o desempenho de cultivares de café arábica avaliou-se 22 cultivares em quatro sistemas de cultivo (orgânico a pleno sol, orgânico arborizado, convencional a pleno sol e convencional arborizado) na Fazenda Experimental Vale do Piranga, em Oratórios, MG. Nos sistemas arborizados utilizou-se abacateiros e bananeiras nas linhas dos cafeeiros. Considerando o biênio 2016/2017 e 2017/2018, observou-se que o ambiente de cultivo influenciou significativamente a produtividade e a severidade de ferrugem, principal doença dos cafeeiros. Nos sistemas orgânicos constataram-se maiores sintomas de ferrugem quando comparado com os convencionais. Fato esperado, uma vez que não houve o controle químico da mesma e, conseqüentemente, as cultivares geneticamente susceptíveis ao patógeno contribuíram para o aumento da severidade de ferrugem. Quanto à produtividade, constatou-se cultivares específicas para cada sistema de manejo, sendo que Paraíso MG H419-1, Catiguá MG, Catiguá MG2 e Acauã foram as mais produtivas (média de 27,18 sacas ha⁻¹) no manejo orgânico a pleno sol. Já as cultivares Catiguá MG2 e Tupi IAC 125 RN, com média de 38,12 sacas ha⁻¹, destacaram-se no cultivo orgânico arborizado.

Estudos com a aplicação de diferentes combinações de adubos orgânicos em agroecossistemas de café conilon no estado do Espírito Santo foram realizados por Silva *et al* (2015). Constataram que o composto de capim-elefante e palha de café promoveu acréscimos de 11 e 0,4 mg ha⁻¹ no estoque de carbono orgânico e de nitrogênio na camada superficial do solo, respectivamente, quando comparado com a adubação mineral. Os pesquisadores avaliaram também o efeito de diferentes combinações de compostos orgânicos com adubo mineral sobre a produtividade dos cafeeiros e

observaram que as máximas produtividades, 61 e 66 sacas ha⁻¹ foram alcançadas com a substituição de 40 e 37 % da fonte mineral pelo orgânico, concluindo que essa prática pode reduzir significativamente o uso dos adubos químicos de alta solubilidade.

Formação de mudas de café em sistema orgânico

A Instrução Normativa nº 38 de 02 de agosto de 2011, estabelece o regulamento técnico para a produção de sementes e mudas orgânicas. A semente orgânica é considerada como o material vegetal proveniente tanto de reprodução sexuada como assexuada e tem de ser produzida em sistema orgânico. O processo de formação das mudas orgânicas pode ser feito por meio da adaptação de algumas técnicas já existente para os sistemas convencionais. Como não é permitido o uso de produtos químicos deve-se tomar uma série de cuidados e trabalhar sempre de forma preventiva.

O viveiro deve ser instalado em terreno seco com topografia ligeiramente inclinada, livre de contaminação principalmente de nematóides e plantas espontâneas, ensolarado, protegido de ventos, com água de boa qualidade suficiente para as regas, de fácil acesso, sem risco de geadas e distante das lavouras de café. Este deve ser posicionado no terreno em sua maior dimensão, perpendicularmente ao caminhamento do sol e ter ao seu redor valas ou cordões elevados como proteção contra enxurradas (SILVA *et al*, 2010).

O substrato para a formação das mudas deve ser composto por solo com boa textura e estrutura, coletada nas camadas subsuperficiais do solo (60 cm de profundidade), evitando-se assim problemas com infestação de sementes invasoras e patógenos. O esterco a ser utilizado, deve ser bem curtido e de procedência conhecida, para evitar a infestação por fitonematóides, pragas, doenças fúngicas e/ou bacterianas ou por sementes de plantas espontâneas de difícil controle, como a tiririca e a grama-seda, bem como não ter resíduos de herbicidas. Também podem ser utilizados em substituição ao esterco, o composto orgânico, húmus de minhoca e a palha de café curtida na mesma dosagem (SILVA *et al*, 2010).

Outra alternativa é a desinfestação do substrato ou do solo que pode ser feita pelo processo de solarização por meio do aquecimento utilizando a energia do sol. Para isso, deve-se distribuir o substrato ou solo em camadas finas sobre um terreiro cimentado ou sobre uma lona plástica preta, em seguida umedecer levemente e cobrir com lona

plástica transparente, de forma esticada e fixa, com exposição ao sol por período mínimo de trinta dias (MOURA *et al*, 2005). Temperaturas de 60 °C eliminam a maioria dos microrganismos fitopatogênicos, incluindo nematoides, sem prejudicar a sobrevivência dos benéficos que são termotolerantes, enquanto que a umidade favorece a condução do calor e a germinação dos fitopatógenos e sementes de plantas daninhas, expondo-as a ação do mesmo (RITZINGER, ROCHA, 2010). O uso de coletor solar tem sido eficiente, alcançando temperaturas de 70 a 80 °C, porém apresenta limitação na quantidade de substrato ou solo a ser desinfestado devido às dimensões do aparelho.

Para o preparo de 1000 litros de substrato, deve-se utilizar 700 L de terra peneirada, 300 L de esterco de curral curtido e peneirado; 1,0 Kg de P₂O₅ (6,0 Kg de termofosfato) e 0,6 Kg de K₂O (1,25 Kg de sulfato de potássio) que enchem aproximadamente 1.200 sacos de polietileno de 20 x 11 cm (MOURA *et al*, 2015). Pode-se também utilizar materiais orgânicos como fontes de fósforo e de potássio, desde que forneçam as quantidades adequadas desses nutrientes.

As mudas são produzidas em sacos de polietileno, os mais utilizados são de 10 a 11 cm largura e 20 a 22 cm de altura, furados para a drenagem do excesso de água e devem ser completamente cheios com substrato e compactados, para evitar danos no sistema radicular e não desmancharem quando abertos no momento do plantio. O semeio deve ser feito diretamente no recipiente com duas sementes novas, colhidas no ano, na profundidade de 1 cm, em seguida cobertas com uma camada de 0,5 cm de areia grossa, terra ou resto do substrato. Recomenda-se o uso de cobertura morta sobre o canteiro para conservar a umidade e impedir que o impacto da água de irrigação descubra as sementes. A época de semeadura varia com a região, no entanto deverá ser feito aproximadamente seis meses antes do plantio. O desbaste deve ser feito quando as mudas tiverem o primeiro par de folhas definitivas totalmente desenvolvidas. A muda menos vigorosa deve ser cortada rente ao solo e não arrancada, deixando-se apenas uma planta por recipiente.

Correção do solo e fontes de nutrientes

A correção do solo e as adubações de lavouras orgânicas de café são feitas com base nos resultados das análises de solo, foliares e a necessidade da cultura. Em Minas Gerais, a quantidade de calcário a ser aplicada pode ser calculada pelo método da

saturação por bases ou pelo método da neutralização do alumínio e da elevação dos teores de cálcio e magnésio e o tipo de calcário a ser aplicado depende dos teores de Ca e Mg presentes no solo (RIBEIRO *et al*, 1999). O calcário dolomítico deve ser preferido quando a relação Ca:Mg encontrar-se dentro da faixa ideal (3:1–4:1) para a maioria das culturas. Entretanto, se o valor da relação Ca:Mg estiver acima de 4:1, o produtor deve optar pelo calcário magnesiano, e se estiver abaixo de 3:1, deve-se optar pelo calcítico.

A composição química e a umidade dos adubos orgânicos, o tempo de mineralização dos nutrientes e a demanda da lavoura são informações necessárias para o cálculo das doses de adubo orgânico a serem aplicados no plantio, pós-plantio e na adubação de produção, e deve ser realizada no período chuvoso. Com o intuito de avaliar a composição química de diferentes materiais alternativos a serem utilizados como fontes de adubação orgânica para o café arábica, Lima *et al* (2009 a,b), obtiveram os seguintes resultados: dentre os materiais analisados, a principal fonte de nitrogênio (N) foi a torta de mamona, seguida pela cama de frango, a mamoneira picada, as folhas do SAF e o lablabe. A torta de mamona e a cama de frango também apresentaram os maiores teores de fósforo (P ou P_2O_5). Quanto ao potássio (K ou K_2O), a cama de frango se destacou mais uma vez, juntamente com a mamoneira picada, bananeira picada, casca de café, plantas espontâneas e lablabe. Ressalta-se que a cama de frango foi feita com a casca de café, por isso apresentou bons teores de N e K, principalmente. A cama de frango em especial, mais o lablabe e a mamoneira picada também seriam boas fontes de Cálcio (Ca) e de Magnésio (Mg) para os sistemas.

Quanto ao cultivo do café conilon, Partelli *et al* (2005) constataram diferentes práticas adotadas em lavouras orgânicas na região norte do Espírito Santo. Eles verificaram que é utilizado composto orgânico, húmus de minhoca e pulverizações com supermagro e urina de vaca, sendo que a maioria dos sistemas são irrigados e consorciados com macadâmia, mamona, bananeira e leguminosas.

Algumas fontes minerais também podem ser utilizadas na adubação de café em sistemas orgânicos, ou seja, são permitidas ou tolerados, desde que autorizadas, como adubos químicos de baixa solubilidade. Dessa forma têm-se utilizado o fosfato natural e o termofosfato como fonte de fósforo (P) e o sulfato de potássio e o sulfato duplo de potássio e magnésio como fontes de potássio (K), principalmente como complementação da adubação orgânica. Assim, o uso de materiais para a adubação de

café em sistema orgânico de base agroecológica deve ser dimensionado e programado antes de implantar o mesmo, de forma a reduzir a dependência de insumos externos.

Adubos verdes

Os adubos verdes, como as leguminosas consorciados com café são uma excelente alternativa para a fertilização nitrogenada. Além da melhoria química do solo, as leguminosas melhoram os atributos biológicos e aumentam o controle da erosão. Seu plantio deve ser feito logo após o preparo do solo, pois este pode complementar a adubação orgânica de plantio do café. Leguminosas como *Cajanus cajan*, *Crotalaria spectabilis* e *Calopogonium mucunoides* possuem alto potencial de transferência de N para as plantas de café e são recomendadas para o consórcio com essa cultura (MENDONÇA *et al*, 2017). Entretanto, a face de exposição solar na qual a lavoura está localizada, pode interferir na decomposição e mineralização das plantas, em decorrência das diferenças nas condições ambientais (COELHO *et al*, 2013).

Estudos avaliando a decomposição, o tempo de meia vida e a liberação de nutrientes de leguminosas sob duas condições ambientais de face de exposição solar na Zona da Mata de Minas Gerais, concluíram que a leguminosa mais promissora na liberação total de nutrientes sob face noroeste foi a *Dolichos lablab* com 74,6; 10,9 e 69,0 kg ha⁻¹ de N, P e K, respectivamente e sob a face sul a leguminosa *Crotalaria spectabilis* com 69,1; 10,4 e 47,9 kg ha⁻¹ de N, P e K, respectivamente (MENDONÇA *et al*, 2018). Nessas mesmas condições Guimarães *et al* (2016) constataram que as leguminosas *Stizolobium deeringianum* e *Cajanus cajan* na face de exposição sul, e as leguminosas *Dolichos lablab*, *Stizolobium deeringianum* e *Arachis pintoi* na face noroeste, proporcionaram as maiores produtividades dos cafeeiros.

Arborização de cafeeiros

O uso de árvores de sombra na cafeicultura é uma boa alternativa visando reduzir os insumos sintéticos e restaurar o equilíbrio biológico do solo (SAUVADET *et al*, 2019). Na escolha da árvore, deve-se considerar a biomassa produzida, o tamanho, a velocidade de decomposição, a frequência e época do ano de queda das folhas e a competição do sistema radicular com o café (CERDÁN *et al*, 2012).

Espécies como *Erythrina poeppigiana*, *Musa paradisíaca*, *Inga spp.* e *Gliricidia sepium* são exemplos de árvores úteis para a melhoria da fertilidade do solo (CERDÁN *et al*, 2012). No entanto, a utilização de uma única espécie pode afetar a fenologia da serrapilheira e reduzir os teores de carbono, macro e micronutrientes do solo. Nesper *et al* (2019) constataram melhor qualidade da serrapilheira em sistemas diversificados, por conter menores relações dos nutrientes de C:N, C:P, C:K e Ca:Mg e, portanto, maiores quantidades de P, K, Mg, B e Zn quando comparado com sistemas simplificados.

Outro benefício da arborização é amenizar as condições extremas do microclima, principalmente em regiões inaptas ao cultivo do café, contribuindo para o aumento na produção em relação aos ambientes a pleno sol (MANCUSO *et al*, 2013). Moura *et al* (2017) comparando diferentes sistemas de cultivo de café arábica (convencional a pleno sol, convencional arborizado, orgânico a pleno sol e orgânico arborizado), observaram que o sistema orgânico arborizado foi o que apresentou maior vigor vegetativo e consequentemente maior produtividade. No entanto, estes sistemas precisam ser adequadamente sombreados para que a produtividade não seja afetada negativamente.

Controle de plantas espontâneas

O controle das plantas espontâneas pode ser realizado mantendo-se limpa a faixa de plantio do café, 0,5 m de largura para cada lado da linha de plantio, principalmente nos primeiros anos de cultivo, quando o cafeeiro ainda é pequeno e pouco competitivo com as plantas espontâneas. Já nas ruas, devem ser realizadas roçadas periódicas para o controle das plantas espontâneas, de modo a não permitir a produção de sementeiras e o crescimento excessivo do mato. O cultivo de leguminosas, preferencialmente as perenes, nas ruas do cafezal, tem sido uma prática eficiente para o controle do mato, além de ser utilizada como adubo verde.

Manejo ecológico de pragas e doenças

Dentre os insetos-pragas associados à cultura do cafeeiro, o bicho mineiro, a broca, a cigarrinha, as lagartas e ácaros são os principais responsáveis por perdas significativas de produção e detrimento na qualidade da bebida, cuja ocorrência varia entre as regiões produtoras de café no país. Nos sistemas de manejo agroecológicos o

conhecimento das características inerentes às pragas, ao ambiente e a cultura são imprescindíveis para traçar as melhores estratégias de controle. Condições que promovam a regulação das populações dos insetos-pragas é de fundamental importância. Uma das principais práticas de manejo ecológico é o Controle Biológico Conservativo (CBC), que visa proteger e aumentar a população de inimigos naturais. Entretanto, devido à complexidade das interações entre plantas, praga e inimigos naturais, é necessário construir estratégias de CBC considerando as demais práticas realizadas no sistema de produção (TYLIANAKIS, BINZER, 2014). Outras estratégias complementares é o uso de feromônios, hormônios, extratos naturais, biofertilizantes, caldas fitoprotetoras e controle biológico. Na Tabela 3 encontram-se algumas das principais estratégias para controle ecológico de pragas na produção de café.

Tabela 3. Estratégias para controle ecológico de pragas na produção de café.

Tipo de controle	Pragas				
	Bicho Mineiro	Broca	Cigarra	Lagarta	Ácaro
Cultural	Quebra-vento	X		X*	
	Arborização	X		X*	
	Corredores biológicos			X	
	Colheita seletiva e repasse		X		
	Irrigação	X			
Biológico	Predadores	X	X		X
	Parasitóides	X	X		
	Microorganismos entomopatogênicos	X	X	X	
Físico	Armadilhas de etanol	machos	fêmeas		
	Armadilhas de feromônio e cola	X			
Extratos vegetais	Extrato de Nim	X	X		X
	Extrato hexânico de chagas	X	X		
	Extrato de mentrasto	X	X		
Bioinseticidas	boveril		X		
	<i>Bacillusthuringiensis</i>			X	X
Caldas e biofertilizantes	Calda viçosa, calda sulfocálcica e supermagro	X			X

* Evitar espécies vegetais hospedeiras das cigarras, como *Grevílea*. Fonte: MOURA (2015). Dados de Carvalho *et al* (2002); Haddad *et al* (2007); Santos *et al* (2007) e Androcioli (2008).

Em relação às doenças, pesquisas com substâncias e práticas alternativas capazes de minimizar o progresso das patologias e seus efeitos sobre a produção dos cafeeiros tem gerado resultados promissores. O conhecimento dos mecanismos de defesa que

podem ser pré-existentes, expressos constitutivamente ou induzidos, junto ao entendimento da interação hospedeiro, patógeno e ambiente auxilia na compreensão da ocorrência de epidemias e, conseqüentemente, permite a adoção de estratégias de controles mais adequadas.

O controle fitossanitário em sistemas agroecológicos é feito, basicamente, por medidas preventivas como uso de variedades resistentes, escolha do melhor espaçamento, nutrição adequada, manejo seletivo de plantas daninhas e uso de quebra-vento. Entretanto, dentro do contexto de manejo alternativo, a utilização de indutores de resistência tem se mostrado uma técnica muito eficiente e segura no controle dos patógenos (DELIOPOULOS *et al*, 2010). Nessa técnica, ocorre o aumento da capacidade de defesa das plantas proporcionado por aplicação de substâncias bióticas, abióticas, potencializadoras e/ou indutoras as quais atendem os requisitos de eficiência do controle e proporcionam menores impactos ambientais. Apesar de não impedir o surgimento da doença, a maioria dos agentes citados reduz a sua intensidade entre 20 e 85 %, além de apresentar amplo espectro e longa duração (WALTERS, FOUNTAINE, 2009; PASCHOLATI, 2011). As principais estratégias do manejo ecológico de algumas doenças na produção de café estão descritas na Tabela 4.

Tabela 4. Estratégias do manejo ecológico de algumas doenças na produção de café orgânico.

Tipo de controle	Doenças			
	Ferrugem	Cercosporiose	Ascochita	Phoma
Cultural	Quebra-vento		X	X
	Sombreamento		X	
	Nutrição adequada	X	X	X
	Adensamento ²		X	
Genético,	Cultivares resistentes	X		
biofertilizantes e caldas	Supermagro	X	X	X
	Calda viçosa	X	X	X
Produtos à base de cobre	Hidróxido de cobre	X	X	
	Óxido cuproso	X	X	
	Sulfato tribásico de cobre	X	X	
Produtos à base de silício³	Silicato de cálcio	X	X	X
Microrganismos antagonistas	Fungos (<i>Bacillus</i> sp.)	X		
	Fungo (<i>Crinipellis pernicioso</i>) ⁴	X	X	X
	Bactérias (<i>Pseudomonas</i> sp) ¹	X		

Fonte: MOURA *et al* (2015). Dados básicos - Reis *et al* (2002)¹; Fernandes *et al* (2009)²; Venzon *et al* (2013)³; Tuelher *et al* (2014)⁴.

Outros organismos que merecem destaque são os fitonematóides. Seu parasitismo nas raízes compromete o sistema de sustentação da planta, absorção de água e minerais, além de interferirem na produção de substâncias orgânicas complexas vitais a fisiologia do cafeeiro (SALGADO *et al*, 2011). Práticas preventivas como a utilização de áreas livres do parasita, uso de mudas saudáveis, manejo de enxurradas, limpeza de máquinas e equipamentos, uso de cultivares resistentes, adubação orgânica, controle de plantas invasoras e rotação de cultura, contribuem para o controle de nematoides. Também é possível o controle biológico utilizando fungos nematófagos e plantas antagonistas das famílias Brassicaceae, Leguminosae e Asteraceae, como técnicas de base agroecológica para o cafeeiro (SALGADO *et al*, 2011; FERRAZ *et al*, 2012).

Certificação de café orgânico

No Brasil, para que o café seja considerado legitimamente orgânico, a origem e qualidade do produto devem ser plenamente garantidas através da certificação da unidade produtora, dos insumos agrícolas utilizados e das indústrias de torrefação, por Organizações de Avaliação da Conformidade Orgânica (OAC) previamente credenciadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

As principais certificadoras de café orgânico são: AAO – Associação de Agricultura Orgânica; ABIO – Associação de Agricultores Biológicos do Estado do Rio de Janeiro; ANC – Associação de Agricultura Natural de Campinas e Região; APAN – Associação de Produtores de Agricultura Natural; BCS Öko – GarantieGmbH; Certificadora Sapucaí; Chão Vivo – Associação de Certificação de Produtos Orgânicos do Espírito Santo; CMO – Certificadora MokitiOkada; Colméia Cooperativa Ecológica; Ecocert Brasil; FVO Brasil – *FarmVerifiedOrganic*; IBD-Instituto Biodinâmico; IMO Control; Minas Orgânica – Associação Mineira para Certificação de Produtos Orgânicos; OIA Brasil – Organização Internacional Agropecuária; *Skal Brasil Control Union* e a *Fairtrade*. Atualmente o preço pago pela saca de café orgânico com selo Fairtrade ao cafeicultor é de R\$ 1.000,00 (valor cotado em 10/07/2019, COOPFAM). O custo da certificação é de € 2.000,00 por ano, e a fiscalização é realizada por amostragem de 100 % das propriedades que fazem parte da Associação. Os principais países importadores de café orgânico brasileiro são Japão, Estados Unidos, Alemanha, Inglaterra e Itália.

Considerações finais

A demanda por alimentos saudáveis vem aumentando significativamente no mundo. Consumidores cada vez mais conscientes da necessidade do uso da terra de forma responsável tem influenciado o crescimento do mercado de produtos obtidos de forma sustentável. Apesar dessa expectativa de crescimento e mudança de paradigma, a produção de café em sistema de base agroecológica, principalmente os orgânicos, ainda é incipiente quando comparada com o cultivo convencional. O Brasil apresenta grande potencial para a produção de café orgânico, principalmente por possuir áreas com aptidão para esse tipo de manejo e grande quantidade de cafeicultores familiares. No entanto, é necessário investimento em pesquisas visando o desenvolvimento de tecnologias apropriadas e a capacitação de profissionais com conhecimentos voltados para a agricultura de base agroecológica. Dessa forma, deve-se procurar aliar qualidade e sustentabilidade sócio-ambiental, a fim de desenvolver sistemas de cultivo eficientes, produtivos, com custo/benefício favorável tanto ao produtor como para o consumidor.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e ao Consórcio Pesquisa Café (CP-Café), pelo financiamento das pesquisas e bolsas concedidas aos autores.

Referências

Associação Brasileira de Cafés Orgânicos e Sustentáveis - ACOB. **Mercado**. 2016. Disponível em: <http://www.cafeorganicobrasil.org/mercado>. Acesso: 27 jun. 2019.

ALTIERI, M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 592 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Legislação para os sistemas orgânicos de produção. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. Brasília, 2009, 195 p.

CARVALHO, C. H. S. **Cultivares de café: origem, características e recomendações**. Brasília: Embrapa Café, 2008. 334 p.

CERDÁN, C. R. *et al.* Local knowledge of impacts of tree cover on ecosystem services in smallholder coffee production systems. **Agricultural Systems**, v. 110, p. 119–130, 2012.

COELHO, M. S. *et al.* Qualidade da matéria orgânica de solos sob cultivo de café consorciado com adubos verdes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, n. 6, p. 1576–1586, 2013.

DELIOPOULOS, T.; KETTLEWELL, P. S.; HARE, M. C. Fungal disease suppression by inorganic salts: a review. **Crop Protection**, v. 29, n. 10, p. 1059–1075, 2010.

FAO. Statistical Pocketbook Coffee 2015. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**, Rome, 2015. 158 p.

FERRAZ, S. *et al.* **Manejo sustentável de nematoides**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2012. 306 p.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia – Processos Ecológicos em Agricultura Sustentável**. 2. ed. Porto Alegre: Universidade/UFRGS, 2001. 653 p.

GUIMARÃES, G. P. *et al.* Productivity of coffee and legumes intercropped under different sun exposure face. **Australian Journal of Crop Science**, v. 10, n. 4, p. 513–519, 2016.

LIMA, P. C. *et al.* **Avaliação de materiais orgânicos e plantas espontâneas na adubação e na sustentabilidade de agroecossistemas cafeeiros orgânicos e agroecológicos em comunidades de agricultores familiares**. In: Simpósio de Pesquisas dos Cafés do Brasil, 2009. Vitória: Embrapa, 2009a.

LIMA, P. C. *et al.* **Produção de biomassa, conteúdo e mineralização de nutrientes de leguminosas e plantas espontâneas para adubação verde de cafezais sob cultivo orgânico**. In: Simpósio de Pesquisas dos Cafés do Brasil, Vitória: Embrapa, 2009b.

MANCUSO, C. *et al.* Produção de café sombreado. **Colloquium Agrariae**. v. 9, n. 1, p. 31–44, 2013.

MENDONÇA, E. S. *et al.* Nutrient release from green manure under different sun-exposed faces. **Coffee Science**, v. 13, n. 2, p. 149–158, 2018.

MENDONÇA, E. S. *et al.* Biological nitrogen fixation by legumes and N uptake by coffee plants. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 41, p. 1–10, 2017.

MOURA, W. M. *et al.* Café arábica em sistemas convencionais e de base agroecológica em Minas Gerais. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 1, p. 1–7, 2017.

MOURA, W. M. *et al.* Produção de café arábica e conilon em cultivo orgânico de base agroecológica. **Informe Agropecuário**, v. 36, n. 287, p. 40–52, 2015.

MOURA, W.M. *et al.* Desempenho de cultivares de Café em sistema de cultivo orgânico na Zona da Mata Mineira. **Coffee Science**, v. 8, p. 256–264, 2013.

MOURA, W. M. *et al.* Pesquisas em sistemas agroecológicos e orgânicos da cafeicultura familiar na Zona da Mata mineira. **Informe Agropecuário**, v. 26, n. 287, p. 46–75, 2005.

NESPER, M. *et al.* Simplification of shade tree diversity reduces nutrient cycling resilience in coffee agroforestry. **Journal of Applied Ecology**, v. 56, p. 119–131, 2019.

PARTELLI, F. L.; VIEIRA, H.D.; COSTA, A. N. Diagnóstico nutricional em cafeeiro conilon orgânico e convencional no Espírito Santo, utilizando o DRIS. **Ciência Rural**, v. 36, n. 6, p. 1456–1460, 2005.

PASCHOLATI, S. F. Fisiologia do parasitismo: como as plantas se defendem dos patógenos. *In*: AMORIM, L. *et al.* **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2011, p. 593–636.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. V. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359 p.

RITZINGER, C. H. S. P.; ROCHA, H. S. **Uso de técnica de solarização como alternativa para o preparo do solo ou substrato para produção de mudas isentas de patógenos de solo**. Cruz das Almas, BA: EMBRAPA, 2010. 13 p.

SALGADO, S. M. L.; CARNEIRO, R. M. D. G.; PINHO, R. S. C. Aspectos técnicos dos nematoides parasitas do cafeeiro. **Boletim Técnico**, n. 98, 2011. 60 p.

SAUVADET, M. *et al.* Shade trees have higher impact on soil nutrient availability and food web in organic than conventional coffee agroforestry. **Science of the Total Environment**, v. 649, p. 1065–1074, 2019.

SILVA, E. M.; *et al.* Produção de mudas de cafeeiro. *In*: REIS, P. R., CUNHA, R. L. (Eds), **Café arábica: do plantio à colheita**. Lavras: EPAMIG, v. 1, p. 223–282, 2010.

SILVA, V. M. *et al.* Estoques de carbono e nitrogênio e densidade do solo em sistemas de adubação orgânica de café conilon. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, p. 1436–1444, 2015.

SILVA, V. M. *et al.* Yield and nutritional status of the conilon coffee tree in organic fertilizer systems. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 4, p. 773–781, 2013.

TYLIANAKIS, J. M.; BINZER, A. Effects of global environmental changes on parasitoid-host food webs and biological control. **Biological Control**, v. 75, p. 77–86, 2014.

USDA - United States Department of Agriculture. **Peru: Coffe Annual**. 2019.

Disponível em:

https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Coffee%20Annual_Lima_Peru_4-23-2019.pdf. Acesso em: 27 jun. 2019.

WALTERS, D. R.; FOUNTAINE, J. M. Practical application of induced resistance to plant diseases: na appraisal of effectiveness unde field conditions. **The Journal of Agricultural Science**, v. 147, n. 5, p. 523–535, 2009.

WILLER, H.; LERNOUD, J. **The World of Organic Agriculture Statistics and Emerging Trends 2019**. Disponível em: <http://www.organic-world.net/yearbook/yearbook-2019.html>. Acesso em: 27 jun. 2019.

Capítulo 8

Coberturas vegetais no sistema de plantio direto de milho em transição convencional/orgânico

Steliane Pereira Coelho, João Carlos Cardoso Galvão

Introdução

O sistema de plantio direto é um manejo conservacionista do solo, eficiente na otimização dos recursos naturais disponíveis, e que contribui para minimizar os impactos do cultivo sobre o ambiente, pela redução da erosão do solo e da lixiviação, além de contribuir com o sequestro de carbono no solo (SILVA *et al*, 2009; SCOPEL *et al*, 2005).

O plantio direto é uma prática agrícola bastante apropriada às condições de solo brasileiro e vem sendo apontado como uma técnica agrícola sustentável, principalmente nas regiões tropicais, pois o manejo convencional do solo promove rápida decomposição dos resíduos vegetais e redução de matéria orgânica (AMADO, ELTZ, 2003). O sucesso do plantio direto depende, entre outras coisas, da manutenção de sistemas capazes de gerar quantidades de matéria seca suficientes para manter o solo coberto durante todo o ano (CERETTA *et al*, 2002). A cobertura do solo pelos resíduos culturais protege sua superfície do impacto das gotas da chuva, controla a erosão e favorece a infiltração e o armazenamento de água no solo, regulando sua temperatura.

As plantas de cobertura no sistema de plantio direto contribuem para o sombreamento do solo, inibindo a germinação de sementes e a infestação de algumas plantas espontâneas e aumento de matéria orgânica. Portanto, as plantas de cobertura tornam-se parte essencial para o sucesso do sistema de plantio direto, principalmente em sistema orgânico de produção (QUEIROZ *et al*, 2010).

A adequação do plantio direto com o manejo orgânico seria o ideal para alcançar a sustentabilidade nos sistemas de produção agrícola. Uma das críticas a produção orgânica é o preparo do solo, que geralmente é feito com aração e gradagem intensiva especialmente no cultivo de hortaliças. A prática de revolvimento constante do solo, não está totalmente de acordo com os princípios da agricultura orgânica (DAROLT, 2000; FONTANÉTTI, 2008).

No entanto, adaptar o sistema de plantio direto às normas de produção orgânica não tem sido uma tarefa fácil para os pesquisadores, extensionistas e agricultores. Apesar dos inúmeros benefícios do sistema plantio direto, este sistema ainda é altamente dependente do uso de herbicidas. Os sistemas convencionais de plantio direto são baseados em monoculturas utilizando herbicidas na dessecação da cultura de sucessão, para a obtenção de cobertura vegetal e no controle de plantas espontâneas (ALTIERI *et al*, 2011). Já em sistemas de plantio direto orgânico não é permitido o uso de herbicidas no manejo das culturas, de acordo com as diretrizes de produção orgânica. Ainda não há desseccantes recomendados para a agricultura orgânica (CORRÊA *et al*, 2011).

O controle de plantas espontâneas no sistema orgânico é o principal entrave técnico para a adoção do plantio direto pelos agricultores. Assim, para o manejo destas plantas é essencial que haja cultivos na entressafra de culturas formadoras de palhada. As plantas de cobertura devem possuir como principal característica, grande produção de matéria seca, além de ter a capacidade de sombrear e inibir o desenvolvimento das plantas espontâneas. Todavia, cumpre lembrar que a eficiência da cobertura depende da quantidade, espessura, tipo de resíduo aplicado e da biologia de espécies de plantas espontâneas envolvidas (FAYAD; MONDARDO, 2004; FONTANÉTTI *et al*, 2007).

As plantas de cobertura têm recebido expressiva atenção de pesquisas, pois constituem uma alternativa para o controle de plantas espontâneas, principalmente na fase inicial da cultura, além de proporcionarem aumento de matéria orgânica no solo (VERONESE *et al*, 2012). Isso se deve também ao fato de a população de plantas espontâneas modificar na presença de plantas de cobertura, em que a supressão é atribuída a fatores de natureza física, química e biológica proporcionados pela presença da palhada.

Na cultura do milho a interferência das plantas espontâneas pode gerar grandes perdas em produtividade, se não manejadas corretamente e no momento certo (CARVALHO *et al*, 2007). No manejo das plantas espontâneas, em sistema de plantio direto orgânico de milho, é comum a realização de roçadas. No entanto, a eficiência desta prática depende, em grande parte, das espécies de plantas espontâneas, da frequência do corte e do estágio de desenvolvimento das plantas. Porém, a utilização de um único método de controle favorece o estabelecimento de espécies adaptadas a ele, no caso da roçada, as plantas que se reproduzem de forma vegetativa são favorecidas (FONTANÉTTI, 2008).

Tipos de plantas de cobertura

As plantas de cobertura são divididas entre espécies de inverno e verão. As famílias mais utilizadas são as Fabaceae e Poaceae.

Coquetel de plantas

O coquetel consiste na utilização de diferentes espécies de plantas, à escolha do agricultor, com hábitos de crescimento diferentes em uma mesma área (DONIZETE, 2009). O plantio é feito a lanço na área. Tem como vantagens propiciar ao agricultor a colheita de subprodutos; permite diferente exploração do solo pelas raízes em superfície e profundidade; maior eficiência na utilização da luz solar, maior reciclagem de nutriente, rápida cobertura do solo e alta produção de biomassa (GUILHERME *et al*, 2007). Quanto maior e mais diversificado for o aporte de resíduos da palhada sobre o solo, maior será o efeito sobre a fertilidade do solo e melhores serão os rendimentos das culturas.



Figura 1. Coquetel de plantas composto por aveia preta, soja, feijão-de-porco, girassol e milho.
Fonte: Steliane Pereira Coelho

Feijão-de-porco (Canavalia ensiformis L.)

É uma espécie de verão da família Fabaceae, pode fixar de 57 a 190 Kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N. É uma planta anual, ereta, herbácea com crescimento inicial lento e tolerante a sombreamento parcial. Possui alta produção de biomassa verde (20 a 25 t ha⁻¹) e matéria seca (5 a 8 t ha⁻¹), portanto tem bom efeito supressor de plantas espontâneas. É bastante utilizada em consórcios, especialmente com a cultura do milho.



Figura 2. Planta de feijão-de-porco no período reprodutivo. Fonte: Steliane Pereira Coelho.

Crotalaria juncea

É uma espécie de verão da família Fabaceae, pode fixar de 150 a 160 Kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N. Planta ereta, de porte alto e herbácea. Produz alta quantidade de biomassa verde (15 a 60 t ha⁻¹) e massa seca (4 a 15 t ha⁻¹). Utilizada em consórcios, porém na cultura do milho pode ocorrer perdas em produtividade devido ao excesso de sombreamento do milho. Por isso, recomenda-se realizar o consórcio quando as plantas de milho estiverem com quatro a seis folhas completamente expandidas.



Figura 3. Crotalaria juncea no florescimento. Fonte: Planta mundo.

Tremoço-branco (Lupinus álbuns L.)

É uma espécie de inverno da família Fabaceae com fixação média de $130 \text{ Kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N. É uma planta anual, ereta, herbácea com boa produção de biomassa verde (30 a 40 t ha^{-1}) e matéria seca (5 t ha^{-1}).



Figura 4. Tremoço-branco no florescimento. Fonte: Unilab.

Aveia-preta (Avena strigosa S.)

É uma espécie de inverno da família Poaceae, com boa produção de matéria seca (6 a 11 t ha^{-1}). É uma planta anual, ereta, rústica, com grande capacidade de perfilhamento e resistente a seca. Utilizada principalmente na produção de grãos em rotação de culturas, especialmente com culturas de verão como milho, feijão, soja. Possui bom efeito supressor sobre as plantas espontâneas devido ao recobrimento rápido do solo e a persistência da palhada por maior tempo, proporcionado pela alta relação C/N da palhada.



Figura 5. Aveia-preta no florescimento. Fonte: Steliane Pereira Coelho.

Girassol (Helianthus annuus L.)

É uma espécie com grande adaptabilidade às diferentes condições edafoclimáticas, com produção de 7 a 12 t ha⁻¹. Seu caule é ereto, não ramificado, e a planta tem altura 1,8 a 2,5 m, com sistema radicular pivotante. É bastante utilizada em esquemas e rotação de sucessão de culturas em regiões produtoras de grãos.



Figura 6. Girassol no florescimento. Fonte: Steliane Pereira Coelho.

Material e Métodos

O experimento foi realizado na Estação Experimental de Coimbra-MG (latitude de 20°45'S, longitude de 45°51'W, e altitude de 650 m), pertencente à Universidade Federal de Viçosa, situada no município de Coimbra, na Zona da Mata de Minas Gerais.

Neste estudo foi utilizada a área experimental, onde as safras anteriores eram conduzidas no sistema de plantio convencional (aração e gradagem) de milho na primavera e feijão no outono. A adubação realizada era mineral, utilizando herbicida pós-emergente. A safra 2013/2014 foi realizada sob manejo de sistema de plantio direto orgânico, considerado em conversão. O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho Amarelo distrófico, fase terraço, textura argilosa (EMBRAPA, 1997).

O experimento foi instalado no esquema fatorial 5 x 2 (cinco tipos de cobertura e dois sistemas de cultivo – milho monocultivo e consorciado com feijão-de-porco) no delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições, totalizando 40 parcelas. A dimensão da parcela experimental foi 25 m² (5 x 5 m), com 6,4 m² (4 x 1,6 m) centrais de área útil, sendo avaliadas as duas linhas centrais de milho. A parcela experimental foi formada por 6 linhas de milho com cinco metros de comprimento, espaçadas entre si por 0,80 m.

Os tipos de coberturas utilizadas foram: aveia-preta (80 Kg ha⁻¹ de sementes), girassol (55.000 plantas por ha⁻¹); coquetel recomendado (FAGUNDES, 2008) e coquetel UFV, proposto neste trabalho, sendo semeadas a lanço no dia 12 de junho de 2013. Os coquetéis de plantas foram constituídos de 45 % de gramíneas, 45 % de leguminosas e 10% de outros grupos, diferindo apenas pela densidade de plantas por hectare (Tabela 1). O cálculo da quantidade de semente de cada cultura usada no coquetel recomendado foi encontrado pela multiplicação do peso de sementes/ha⁻¹, indicado por cultura em monocultura pela proporção de cada espécie (FAGUNDES, 2008). O cálculo do coquetel UFV foi feito de acordo com população de plantas utilizadas por hectare em cada cultura.

Tabela 1. Quantidade de sementes utilizadas no coquetel de plantas UFV e Recomendado.

Proporção de espécies	Espécies	Coquetel Recomendado *			Coquetel UFV**	
		Proporção (%)	Dose		População	
			(Kg ha ⁻¹)	(g 25 m ⁻²)	(ha)	(25m ²)
Gramíneas (45 %)	Milho (UFV100- Nativo)	15	20	7,5	50.000	125
	Aveia-preta	15	80	30	80 kg	200
	Sorgo (1G220)	15	20	7,5	180.000	450
Leguminosas (45 %)	Soja (Variedade Vencedora)	15	50	18,8	300.000	750
	Feijão-de-porco	15	100	37,5	80.000	175
	Feijão-guandu anão (IAPAR Arata 43 anão)	15	30	11,3	360.000	900
Outros (10 %)	Girassol (EMBRAPA 122)	10	10	2,5	60.000	150

* Fagundes (2008); **Proporção proposta neste trabalho.

O plantio dos coquetéis de plantas foi feito a lanço nas parcelas experimentais. A aveia-preta foi semeada a lanço na densidade de 80 Kg ha⁻¹. As sementes foram

incorporadas ao solo com uma grade leve, na profundidade aproximada de 2 a 3 cm, sem adubação. O plantio do girassol, variedade EMBRAPA 122, foi feito em sulco com 5 sementes por metro, em espaçamento de 0,90 m. A testemunha foi constituída de plantas espontâneas, que germinaram do banco de sementes do solo, e realizada roçada com ceifadeira motorizada.

As plantas de cobertura foram manejadas no florescimento com roçadeira costal, sendo o manejo do girassol realizado com roçadeira tracionada por trator. A palhada, de todas as parcelas, ficou exposta ao sol para dessecação natural, num período de 22 dias. Quando a palhada das plantas de cobertura estava seca, foi realizado o plantio direto do milho em 14/10/2012, com plantadeira mecanizada, em todas as parcelas. A variedade de milho utilizada foi a Bandeirante BAN 1310, de porte alto e ciclo normal, na densidade de 6,4 sementes por metro, objetivando a população final de 50.000 plantas ha⁻¹.

A semeadura do feijão-de-porco foi realizada na densidade de cinco plantas por metro, simultaneamente ao plantio do milho, na mesma linha de plantio, utilizando matracas. A adubação do milho foi realizada com composto orgânico na dose de 40 m³ ha⁻¹, aplicado em superfície do solo e ao lado da linha de semeio, após a emergência do milho (FONTANÉTTI, 2008). Foram realizadas duas roçadas das plantas espontâneas quando o milho estava com a terceira e a sexta folha completamente expandida, em todas as parcelas.

Foram realizadas avaliações da produção de massa seca dos tipos de plantas de cobertura. As plantas foram cortadas rentes ao solo, pesadas e posteriormente levadas à estufa com ventilação forçada de ar a uma temperatura média de 70 °C, por 72 horas. Depois de obter peso constante, as amostras foram pesadas e foi estimada a quantidade de massa seca por hectare em cada tratamento.

Estudo fitossociológico das comunidades de plantas espontâneas

Após o plantio do milho a coleta das amostras de plantas espontâneas foram realizadas em três diferentes épocas: 10 DAE (segunda folha - V2), 24 DAE (quinta folha - V5) e 79 DAE (florescimento do milho - R1). Estas avaliações foram feitas antes da realização das roçadas nas entrelinhas. A coleta das plantas foi realizada utilizando o quadrado de 0,25 m de lado, sendo três amostragens por parcela nas entrelinhas do milho, lançado ao acaso.

Em cada amostragem, as plantas foram cortadas rentes ao solo, devidamente identificadas e separadas por espécies e famílias, e em seguida secas em estufa de ventilação forçada de ar por 72 horas, a 70 °C, visando a determinação de massa das plantas secas. Obtido o número de indivíduos por espécie e a massa seca, foram determinados os parâmetros fitossociológicos representados pela importância relativa (IR %), conforme descrição a seguir (PITELLI, 2000):

a) Índice do valor de importância (IVI), determinado por: $IVI = DeR + FeR + DoR$

Em que:

A densidade relativa (DeR) é obtida ao dividir o número de indivíduos de determinada espécie encontrada nas amostragens pelo número total de indivíduos amostrados; a frequência relativa (FeR) é determinada pela frequência absoluta de cada espécie, dividida pela soma da frequência absoluta de todas as espécies; e a dominância relativa (DoR) refere-se à divisão da biomassa acumulada por determinada espécie pela biomassa seca total, acumulada por toda a comunidade de plantas espontâneas.

b) Importância relativa (IR %), determinada pela divisão do índice de valor de importância de uma população específica pelo somatório dos índices de valor de importância de todas as populações da comunidade infestante.

Resultados e Discussão

Os tipos de coberturas utilizadas foram: aveia-preta (80 Kg ha⁻¹ de sementes), girassol (55.000 plantas por ha⁻¹); coquetel recomendado e coquetel UFV para o plantio direto do milho. O milho foi plantado consorciado com feijão-de-porco e em monocultura. A Tabela 2 apresenta os valores de massa seca produzidas pelas plantas de cobertura utilizadas para o sistema de plantio direto orgânico de milho. Os coquetéis apresentam grande capacidade de produção de massa seca com 10 toneladas de massa sobre o solo.

O sistema de cultivo, milho monocultivo ou consorciado com feijão-de-porco, proporcionou alterações nos índices fitossociológicos; porém nos estádios iniciais de crescimento do milho (V2 - segunda folha expandida e V5 - quinta folha expandida) não foi observado nenhum efeito marcante do feijão-de-porco sobre as plantas espontâneas (Figura 7). O efeito dessa leguminosa pode ser sentido principalmente no estágio R1,

onde ela ocupa a entrelinha do milho, ocasionando sombreamento. Alguns trabalhos têm evidenciado redução da infestação de plantas espontâneas em sistemas consorciados, principalmente no final do ciclo da cultura (FONTANÉTTI *et al*, 2007a). As plantas de cobertura proporcionaram diferenças na dinâmica dessas plantas e nos índices fitossociológicos nos estádios iniciais de desenvolvimento do milho.

Tabela 2. Produção de massa seca de plantas de cobertura. Coimbra-MG, 2014.

Plantas de Cobertura	Massa seca (Kg ha ⁻¹)
Testemunha	2.816
Coquetel R	10.705
Coquetel UFV	10.182
Aveia-preta	6.908
Girassol	7.743

As espécies com maiores valores de Importância Relativa¹ (IR %) no estágio V2 foram a tiririca, a quebra-pedra e o capim-colchão. Na palhada de aveia-preta, a IR % da tiririca foi mais alta, 65 e 49 %, nos dois sistemas de cultivo, respectivamente (Figura 7).

No estágio V2 é iniciado o período crítico de prevenção da interferência na cultura do milho, sendo necessário neste período a cultura ficar livre de competição, de modo que não ocorra redução significativa no rendimento de grãos (KOZLOWSKI *et al*, 2009). A partir desse estágio é possível observar se as plantas de cobertura utilizadas foram eficientes no controle das plantas espontâneas até o final do período que a cultura do milho deve ficar livre de competição, que termina no florescimento (KOZLOWSKI, 2002).

Na testemunha² e na palhada de girassol houve maior diversidade de plantas espontâneas nos dois sistemas de cultivo (Figura 7), em relação às demais palhadas. Na testemunha houve equilíbrio na competição das plantas espontâneas, ou seja, não houve dominância de uma única espécie. De acordo com Duarte (2009), nas comunidades de plantas espontâneas, nem todas as plantas têm a mesma importância. Normalmente, há algumas poucas espécies que ocasionam a maior parte da interferência. Portanto, a maioria dos danos no desenvolvimento e produção da cultura de interesse é imposta pelas plantas que dominam a área. Por isso, atenção maior deve ser dada a essas plantas.

¹ IR %: Expressa quais são as espécies infestantes mais importantes na área.

² Testemunha: constituída de plantas espontâneas que germinaram do banco de sementes do solo.

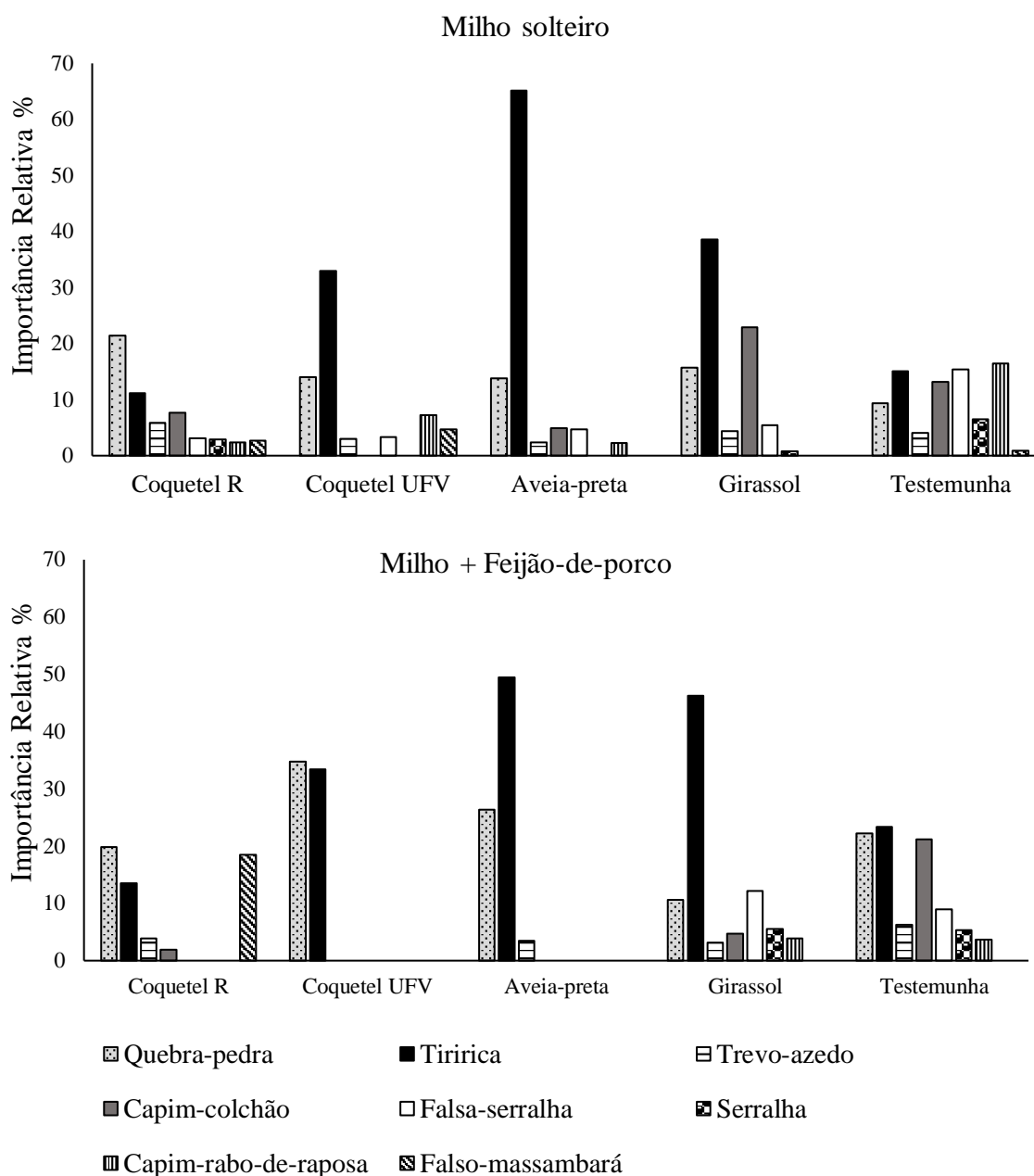


Figura 7. Representação gráfica dos valores da importância relativa das populações presentes na comunidade de plantas espontâneas no estágio fenológico de V2. Coimbra-MG, 2014.

Na avaliação feita no estágio V5, após a primeira roçada, houve aumento no número de plantas com IR % mais representativo dentro da comunidade, as quais infestaram a cultura do milho, sendo elas a tiririca, quebra-pedra, capim-colchão, serralha e falso-massambará (Figura 8). Nesse estágio, a tiririca continuou sendo a espécie mais importante. Comparando as Figuras 7 e 8, em V5 há o aumento da importância de outras espécies. A testemunha comportou de maneira semelhante ao estágio anterior.

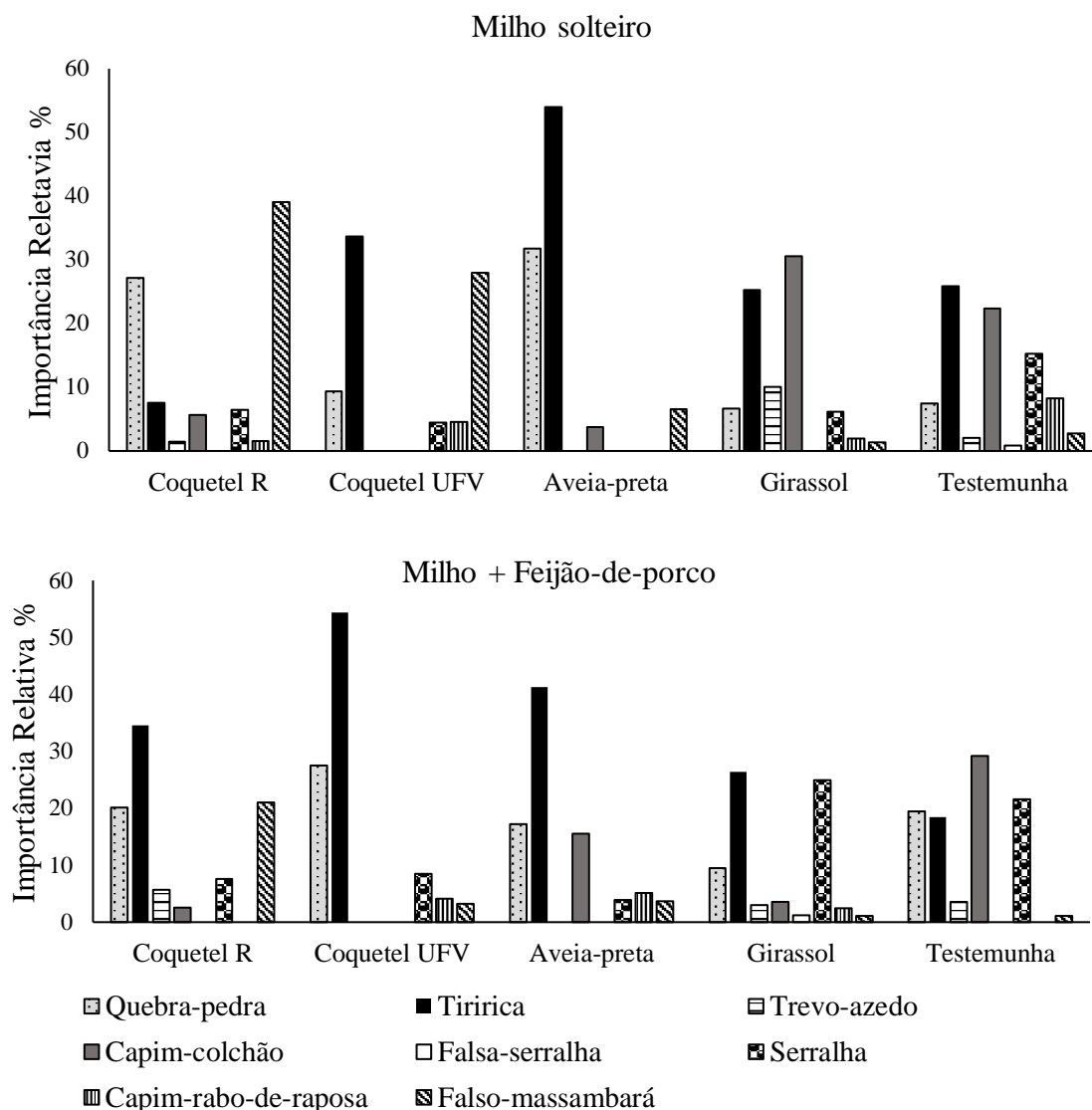


Figura 8. Representação gráfica dos valores da importância relativa das populações presentes na comunidade de plantas espontâneas no estágio fenológico de V5. Coimbra-MG, 2014.

Na última avaliação, estágio R1 (florescimento), houve diminuição da IR % da maioria das espécies de plantas espontâneas, com predominância de poucas espécies, que variavam de acordo com o tratamento. A tiririca foi a planta mais importante na área, ao final das avaliações, alcançando 80 % de IR % na palhada de aveia-preta (Figura 9). No sistema de cultivo consorciado, o feijão-de-porco reduziu a IR % das plantas espontâneas nas palhadas de coquetel R, coquetel UFV e aveia-preta, exceto a tiririca, que manteve valores altos de IR %. Duarte Júnior *et al* (2009) também constataram maior IR % de tiririca em relação à comunidade infestante no plantio direto de cana-de-açúcar em palhada de *Mucuna aterrima*.

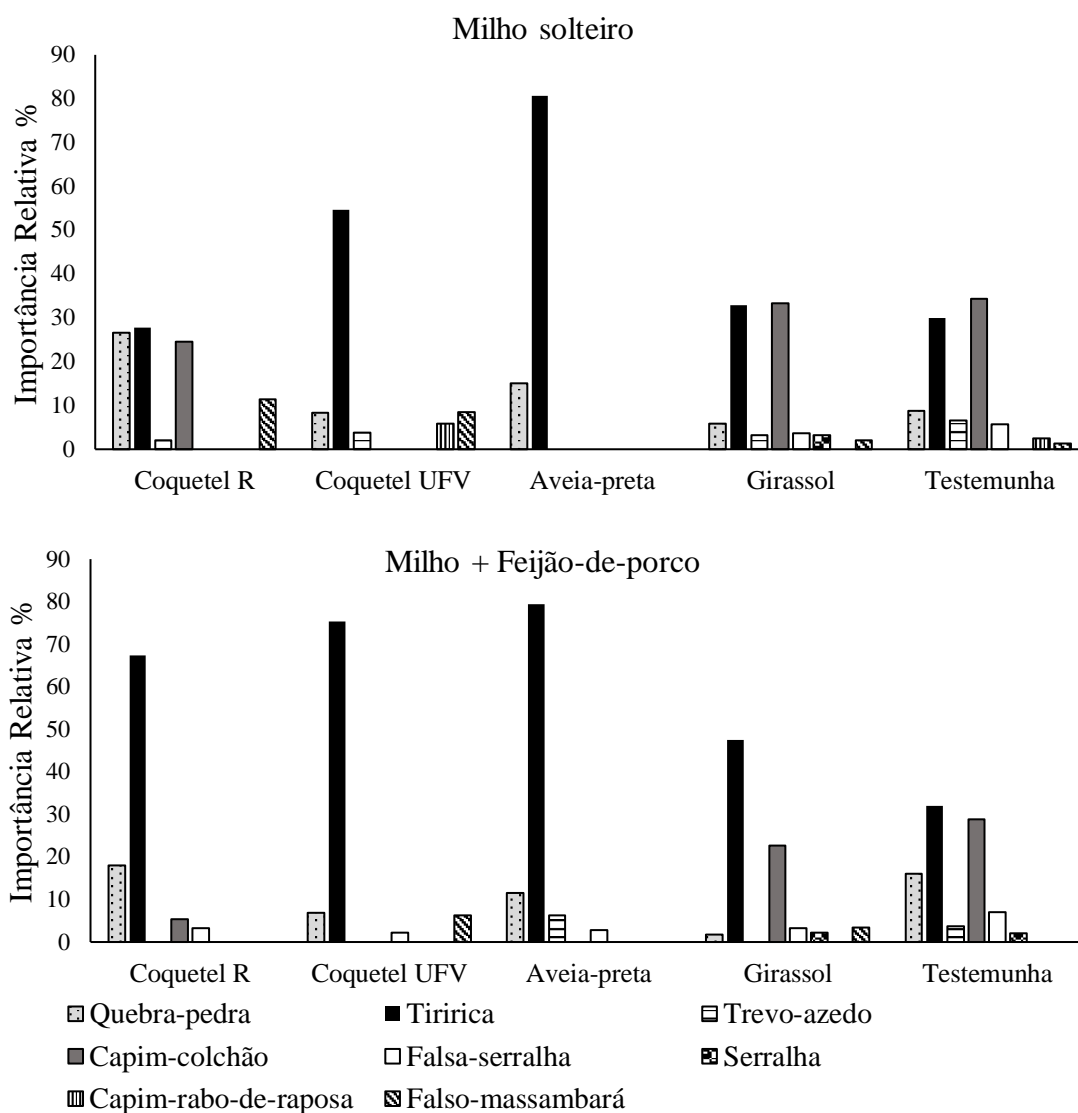


Figura 9. Representação gráfica dos valores da importância relativa das populações presentes na comunidade de plantas espontâneas no estágio fenológico de R1 (florescimento). Coimbra-MG, 2014.

No estágio R1, o consórcio milho com feijão-de-porco reduziu a IR % do capim-colchão no coquetel R, em relação ao milho monocultivo, e não houve presença de capim-rabo-de-raposa. Segundo Fontanetti *et al* (2007b), a tiririca está entre as espécies espontâneas mais difíceis de serem manejadas no sistema orgânico. Essa dificuldade de controle pode ser explicada pela grande capacidade competitiva desta espécie, determinada pelo eficiente sistema reprodutivo, constituído de rizomas, tubérculos, bulbos basais e semente, além de possuir metabolismo fotossintético C4 (LORENZI, 2000). Essas características conferem maior habilidade em retirar do meio os fatores necessários ao seu desenvolvimento.

A presença de palhada ocasiona atraso no desenvolvimento da tiririca, mas esta consegue completar seu ciclo, atravessando a palhada (FERREIRA *et al*, 2010). A cultura do milho também é planta C4; assim, a tiririca oferece alto potencial de competição pelos recursos disponíveis no ambiente. De acordo com Brighenti e Oliveira (2011), quanto mais similares são as exigências em relação aos fatores de crescimento entre a cultura de interesse e a planta daninha, mais intensa será a competição.

O revolvimento do solo separa os tubérculos dos rizomas da tiririca, reduzindo a dormência e favorecendo a brotação da espécie, assim como o seu estabelecimento (FERREIRA *et al*, 2000). Jakelaitis *et al* (2003), avaliando o comportamento da tiririca em dois sistemas de manejo do solo, verificaram que no plantio direto o número de tubérculos permanece baixo, até que os efeitos biológicos e ambientais causem a morte dos mesmos. Assim, para o controle dessa planta, tornam-se necessários métodos de manejo a partir dos quais se obtenha o mínimo de distúrbio no solo, assim como manejos da luminosidade que chega ao solo, pois a tiririca é pouco competitiva em condições de baixa intensidade luminosa (SILVA *et al*, 2001).

O presente trabalho consiste num processo de transição de convencional ao orgânico, sendo realizado o primeiro ano de plantio direto orgânico de milho. Deste modo, a dificuldade encontrada no manejo das plantas espontâneas nesse período pode ser considerada comum, principalmente em relação à tiririca. A área utilizada no experimento tem como histórico de manejo o cultivo de milho e feijão em sucessão, manejados de forma convencional, com revolvimento do solo e adubação mineral. Assim, o primeiro ano de manejo orgânico das plantas espontâneas não é suficiente para o controle eficiente das espécies que dominam a área. De acordo com Corrêa *et al* (2011), nessa fase de transição, são comuns as flutuações na comunidade das espécies de plantas espontâneas que, com o passar do tempo de adoção do sistema, tendem ao estabelecimento de equilíbrio ou a se extinguirem. Os autores verificaram, ainda, que nos primeiros anos de plantio direto houve aumento da IR % da tiririca, tanto no sistema orgânico como no convencional. A tiririca, a quebra-pedra e o capim-colchão foram as espécies mais frequentes nas três avaliações. Os dados de Frequência Relativa (FeR), Densidade Relativa (DeR) e Dominância Relativa (DoR) da tiririca, quebra-pedra e capim-colchão constam na Tabela 3.

Tabela 3. Frequência Relativa (FeR), Densidade Relativa (DeR) e Dominância Relativa (DoR) de tiririca, quebra-pedra e capim-colchão na cultura do milho, coletadas nos estádios fenológicos V2, V5 e R1 do milho, em resposta a diferentes coberturas vegetais no plantio direto orgânico em dois sistemas de cultivo. Coimbra-MG, 2014.

Tratamentos		Tiririca								
Sistema de cultivo	Plantas de cobertura	V2			V5			R1		
		FeR	DeR	DoR	FeR	DeR	DoR	FeR	DeR	DoR
Monocultivo	Testemunha	0,16	0,24	0,04	0,22	0,44	0,08	0,27	0,52	0,09
	Coquetel R	0,10	0,19	0,03	0,11	0,08	0,00	0,28	0,44	0,09
	Coquetel UFV	0,38	0,50	0,15	0,43	0,53	0,17	0,57	0,86	0,46
	Aveia-preta	0,55	0,66	0,74	0,46	0,62	0,52	0,70	0,86	0,85
	Girassol	0,27	0,58	0,27	0,23	0,36	0,12	0,22	0,65	0,10
Consórcio	Testemunha	0,24	0,31	0,11	0,18	0,26	0,09	0,21	0,54	0,19
	Coquetel R	0,16	0,21	0,03	0,27	0,53	0,22	0,54	0,83	0,64
	Coquetel UFV	0,33	0,29	0,16	0,58	0,41	3,59	0,57	0,90	0,77
	Aveia-preta	0,37	0,55	0,55	0,40	0,50	0,33	0,64	0,82	0,81
	Girassol	0,29	0,67	0,41	0,20	0,36	0,20	0,31	0,80	0,28
Sistema de cultivo	Plantas de cobertura	Quebra-pedra								
		V2			V5			R1		
		FeR	DeR	DoR	FeR	DeR	DoR	FeR	DeR	DoR
Monocultivo	Testemunha	0,14	0,07	0,06	0,13	0,04	0,04	0,13	0,09	0,02
	Coquetel R	0,20	0,27	0,15	0,26	0,29	0,20	0,23	0,31	0,23
	Coquetel UFV	0,15	0,15	0,09	0,12	0,21	0,03	0,10	0,08	0,02
	Aveia-preta	0,10	0,22	0,08	0,33	0,25	0,36	0,17	0,12	0,14
	Girassol	0,25	0,16	0,05	0,12	0,03	0,02	0,10	0,06	0,00
Consórcio	Testemunha	0,20	0,20	0,23	0,25	0,23	0,08	0,17	0,22	0,08
	Coquetel R	0,17	0,19	0,22	0,17	0,18	0,24	0,22	0,12	0,18
	Coquetel UFV	0,26	0,50	0,11	0,23	0,25	1,83	0,10	0,01	0,08
	Aveia-preta	0,31	0,30	0,17	0,26	0,13	0,11	0,14	0,04	0,15
	Girassol	0,14	0,08	0,09	0,13	0,07	0,06	0,03	0,00	0,01
Sistema de cultivo	Plantas de cobertura	Capim-colchão								
		V2			V5			R1		
		FeR	DeR	DoR	FeR	DeR	DoR	FeR	DeR	DoR
Monocultivo	Testemunha	0,11	0,06	0,23	0,15	0,14	0,36	0,18	0,16	0,67
	Coquetel R	0,06	0,11	0,04	0,05	0,07	0,02	0,14	0,04	0,53
	Coquetel UFV	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Aveia-preta	0,05	0,01	0,08	0,06	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00
	Girassol	0,16	0,13	0,37	0,17	0,13	0,55	0,20	0,08	0,71
Consórcio	Testemunha	0,12	0,07	0,20	0,11	0,11	0,63	0,19	0,09	0,57
	Coquetel R	0,03	0,01	0,00	0,03	0,01	0,02	0,09	0,01	0,05
	Coquetel UFV	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Aveia-preta	0,00	0,00	0,00	0,06	0,16	0,23	0,00	0,00	0,00
	Girassol	0,05	0,02	0,05	0,04	0,03	0,02	0,13	0,03	0,49

A FeR da tiririca nas avaliações foi maior nas palhadas de aveia-preta e coquetel UFV, nos dois sistemas de cultivo, sendo superiores aos valores de quebra-pedra e capim-colchão. Os valores de DoR da tiririca e do capim-colchão aumentaram no decorrer dos estádios fenológicos, na maioria dos tratamentos. Isto se deve ao fato de o cálculo dessa característica ser realizado a partir da massa seca acumulada pela espécie. Estas plantas espontâneas ganharam massa seca ao longo do tempo, mesmo com as roçadas após as avaliações.

A planta quebra-pedra apresentou baixa DoR no estágio R1 para a maioria dos tratamentos. Esse fato se deve, provavelmente, à competição estabelecida com a tiririca, pois esta dominou a área em razão da capacidade competitiva intraespecífica e de seu metabolismo fotossintético (C4). De acordo com Lorenzi (2000), a quebra-pedra é considerada infestante de importância secundária na agricultura, normalmente com infestações de média intensidade.

O capim-colchão foi controlado pela palhada do coquetel UFV nos dois sistemas de cultivo, uma vez que nesse tratamento não houve a presença da planta. O capim-colchão possui como característica adaptativa a baixa tolerância ao sombreamento além disso, suas sementes germinam em condições de luz e de alta temperatura do solo; a variação da temperatura também favorece a germinação das suas sementes (KING, OLIVER, 1994). As palhadas promoveram sombreamento e menor oscilação da temperatura no solo, possivelmente, impedindo a germinação e o crescimento desta planta daninha.

No enfoque agroecológico as plantas espontâneas devem ser manejadas de acordo com suas funções ecológicas e o grau de perturbação do ambiente manejado (CAPORAL, 2009). Assim, o conhecimento das condições ecológicas dessas plantas é essencial para a escolha do manejo adequado a ser realizado no seu controle. As plantas espontâneas possuem algumas funções importantes, como a proteção do solo contra a erosão, além de atuarem na ciclagem de nutrientes e adicionarem matéria orgânica no sistema; também, melhoram a estrutura física e química dos solos e podem, ainda, funcionar como indicadoras de algumas características químicas e físicas do solo (PRIMAVESI, 1992; ALTIERI, 2004; GLIESSMAN, 2008).

Da mesma forma, o conhecimento dessas características permite a utilização dessas plantas como aliadas ao manejo do solo, superando a visão de espécies competidoras, que

interferem negativamente nas espécies cultivadas. Assim, podem contribuir no planejamento de ações de manejo de solo em propriedades agrícolas.

Considerações finais

As plantas de cobertura alteraram a dinâmica das plantas espontâneas, causando diminuição na massa seca e no número dessas plantas, principalmente no início do ciclo do milho permitindo o arranque inicial da cultura. O coquetel de plantas é eficiente para produzir grandes quantidades de palhada no sistema, sendo uma característica importante no plantio direto e no controle de plantas espontâneas.

As plantas de cobertura aveia-preta e os coquetéis são boas alternativas de supressão de plantas espontâneas em sistema de plantio direto orgânico de milho. O girassol não é eficiente no controle das plantas espontâneas. Apesar de produzir grande volume de massa seca sua distribuição é irregular no solo. Além disso, a maior parte da massa seca do girassol está concentrada no caule e hastes, com menor quantidade nas folhas.

A tiririca possui controle dificultado no sistema de plantio direto de milho, com maior potencial de competição. Apesar das plantas de cobertura atuarem como uma barreira física, a tiririca consegue desenvolver, especialmente, após o início da decomposição da palhada que deixa o solo exposto.

Referências

ALTIERI, M. A. *et al.* Enhancing crop productivity via weed suppression in organic no-till cropping systems in Santa Catarina, Brazil, **Journal of Sustainable Agriculture**, v. 35, n. 8, p. 855–869, 2011.

ALTIERI, M. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. 4.ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004. 117 p.

AMADO, T. J. C.; ELTZ, F. L. F. Plantio direto na palha: rumo à sustentabilidade agrícola nos trópicos. **Ciência e Ambiente**, v. 27, p. 49–66, 2003.

BRIGHENTI, A. M.; OLIVEIRA, M. F. Biologia de plantas espontâneas. *In*: OLIVEIRA, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. (Eds.). **Biologia e manejo de plantas espontâneas**. Curitiba, PR: Omnipax, p. 1–36, 2011.

CAPORAL, F. R. **Agroecologia: uma nova ciência para apoiar a transição a agriculturas mais sustentáveis**. 1. ed. Brasília: 2009. 30 p.

- CARVALHO, L. B. *et al.* Estudo comparativo do acúmulo de massa seca e macronutrientes por plantas de milho var. BR-106 e *Brachiaria plantaginea*. **Planta Daninha**, v. 25, n. 2, p. 293–301, 2007.
- CERETTA, C. A. *et al.* Manejo da adubação nitrogenada na sucessão aveia preta/milho, no sistema plantio direto. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 26, p. 163–171, 2002.
- CORRÊA, M. L. **Cultivo orgânico de milho em sistema de plantio direto**. Orientador: João Carlos Cardoso Galvão. 115 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.
- CORRÊA, M. L. P; *et al.* Dinâmica populacional de plantas espontâneas na cultura do milho em função de adubação e manejo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 2, p. 354–363, 2011.
- DAROLT, M. R.; SKORA NETO, F. Sistema de Plantio Direto em agricultura orgânica. **Revista Plantio Direto**, n. 70, 2002. Passo Fundo: Aldeia Norte Editora. p. 28–30, 2002.
- DONIZETE, J. A. **Adubação verde na implantação e reforma de canaviais**. Piracicaba: Pirai Sementes, 2009. 37 p.
- DUARTE JÚNIOR, J. B.; COELHO, F. C.; FREITAS, S. P. Dinâmica de populações de plantas espontâneas na cana-de-açúcar em sistema de plantio direto e convencional. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 30, n. 3, p. 595–612, 2009.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.
- FAGUNDES, G. G. **Adubação verde**. Redes regionais de agroecologia Mantiqueira Mogiana. Leste Paulista. 2008. 4 p. (Boletim informativo).
- FAYAD, A. J.; MONDARDO, M. **Sistema de plantio direto de Hortaliças: o cultivo do tomateiro no Vale do Rio do Peixe, SC, em 101 respostas dos agricultores**. 2004. p. 54. (Epagri. Boletim Didático, 57)
- FERREIRA, E. A. *et al.* Manejo de plantas espontâneas em cana-crua. **Planta Daninha**, v. 28, n. 4, p. 915–925, 2010.
- FERREIRA, F. A. Manejo de plantas espontâneas em hortaliças. *In*: FERREIRA, L. R.; SILVA, A. A.; GOMES, J. M. (Orgs.). **Manejo integrado: doenças, pragas e plantas espontâneas**. Viçosa: Imprensa Universitária, p. 365–372, 2000.
- FONTANÉTTI, A *et al.* Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o milho safrinha em sistema de plantio direto orgânico. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 1, p. 1–4, 2007.
- FONTANÉTTI, A. **Adubação e dinâmica de plantas daninhas em sistema de plantio direto orgânico de milho**. Orientador: João Carlos Cardoso Galvão. 96 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia**: processos ecológicos em agricultura sustentável. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2008. 656 p.

GUILHERME, D. O. *et al.* Utilização de coquetel de plantas usadas na adubação verde na melhoria das condições físicas e químicas do solo. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 2, p. 1445–1448, 2007.

JAKELAITIS, A. I. *et al.* Efeitos de sistemas de manejo sobre a população de tiririca. **Planta Daninha**, v. 21, n. 1, p. 89-95, 2003.

KING, C. A.; OLIVER, L. R. A model for predicting large crabgrass (*Digitaria sanguinalis*) emergence as influenced by temperature and water potential. **Weed Science**, v. 42, p. 561–567. 1994.

KOZLOWSKI, L. A. Período Crítico de Interferência das Plantas Espontâneas na Cultura do Milho Baseado na Fenologia da Cultura. **Planta Daninha**, v. 20, n. 3, p. 365–372, 2002.

KOZLOWSKI, L. A.; KOEHLER, H. S.; PITELLI, R. A. Épocas e extensões do período de convivência das plantas espontâneas interferindo na produtividade da cultura do milho (*Zea mays*). **Planta Daninha**, v. 27, n. 3, p. 481–490, 2009.

LORENZI, H. **Plantas espontâneas do Brasil**. 3. Ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2000.

PITELLI, R. A. Estudos fitossociológicos em comunidades infestantes de agroecossistemas. **Journal Conserb**, v. 1, n. 2, p. 1–7, 2000.

PRIMAVESI, A. M. **Agricultura sustentável**: manual do produtor rural. São Paulo: Nobel, p.142, 1992.

QUEIROZ, L. R. *et al.* Supressão de plantas espontâneas e produção de milho-verde orgânico em sistema de plantio direto. **Planta Daninha**, v. 28, n. 2, p. 263–270, 2010.

SILVA, A. A. Controle de plantas espontâneas. *In*: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO SUPERIOR - ABEAS. **Curso de proteção de plantas - Módulo 3**. Brasília, 2001. 260 p.

SILVA, P. C. G. **Produtividade e composição gramatológica de monocultivos e consorciações de sorgo e milho com adubos verdes em diferentes épocas de corte**. Orientador: José Salvador Simoneti Foloni. 41 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente, 2009.

VERONESE, M. *et al.* Plantas de cobertura e calagem na implantação do sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 8, p. 1158–1165, 2012.

Capítulo 9

Manejo orgânico de solos no trópico úmido

Altamiro Souza de Lima Ferraz Junior

Introdução

No trópico úmido predominam solos de baixa fertilidade natural em um ambiente com altas temperaturas e elevada umidade, ou seja, condições adversas para a obtenção de produtividades máximas de uma grande gama de culturas alimentares. A extrapolação do manejo do solo com base em sistemas desenvolvidos nos países de altas latitudes que tem por base a monocultura, a mecanização intensiva, o aporte de fertilizantes solúveis e agrotóxicos resulta em perda de forma rápida da capacidade produtiva, devido principalmente à oxidação acelerada da matéria orgânica e a infestação por pragas de difícil controle (MOURA *et al*, 2016; SANTOS *et al*, 2019).

Os sistemas de produção intensivos tendem à degradação do solo e a redução dos serviços ecossistêmicos (NORRIS, CONGREVES, 2018). No trópico úmido, o manejo orgânico parece ser mais adequado para a sustentabilidade dos agroecossistemas de produção, uma vez que adota práticas que buscam a diversificação com a otimização dos recursos locais e o sinergismo entre os componentes, imitando a estrutura e função dos complexos ecossistemas locais.

Sistema orgânico de produção

Aspectos Gerais

A unidade de produção orgânica deve fugir da mera substituição de insumos e aumentar a diversidade de cultivos para elevar a resiliência, os sinergismos e os controles naturais; para tanto deve conter alguns componentes:

1) Corredores Ecológicos e Áreas de preservação

A propriedade manejada dentro dos princípios da agricultura orgânica, por menor que seja, deve possuir áreas de preservação que permitam a multiplicação da vegetação nativa e da fauna. A interação com essa área é fundamental para o controle das pragas; para a redução da incidência de ventos fortes e amenização das temperaturas elevadas.

Os Corredores ecológicos devem interligar a vegetação nativa circundante às áreas de produção permitindo assim o deslocamento da fauna por toda a unidade de produção orgânica.

2) Cultivo de plantas secundárias

As plantas secundárias influenciam as interações entre as culturas, pragas e inimigos naturais (PAROLIN *et al*, 2012) espera-se que atraiam os inimigos naturais dos insetos pragas que se alimentam do pólen e néctar das flores na fase adulta e na fase larval são entomófagos. Embora haja a possibilidade de aumentar também a população de pragas, a diversidade pode ajudar nos controles. Uma planta indicada para essa finalidade é o girassol mexicano, (*Tithonia diversifolia*), também conhecida como flor de mel. Rodriguez *et al* (2015) observaram redução de 60 % no desfolhamento e 40 % na atividade de escavação de saúvas *Atta cephalodes*, após a aplicação de biomassa de girassol mexicano.

Jama *et al* (2000) observaram que em condições de clima sub-úmido na África a *Tithonia* produziu elevadas quantidades de biomassa com altos teores de N, P e K. O que resultou em aumento da produtividade do quiabeiro (OLABODE *et al*, 2007). De acordo com Atandi *et al* (2017) a aplicação de 4 t ha⁻¹ de folhas de *Tithonia* no manejo orgânico foi mais eficiente na redução da população de dois gêneros de nematoide em milho e feijão comparado ao uso de nematicida.

Outras espécies indicadas são o cravo de defunto *Tagetes erecta* L. que reduzem a população de nematóides (*Meloidogyne* sp.) (PLOEG, 1999) uma praga importante para várias hortaliças cultivadas na Amazônia como o quiabeiro *Abelmoschus esculentus* L. Moench e o *Eryngium foetidum* coentro tapuio ou Chicória do Pará. De acordo com Silveira *et al* (2009) o plantio de *Tegetes erecta* L. em faixas de plantio próximas à cultura

da cebola resultou em maior número de insetos entomófagos, o que aumenta o potencial de controle de pragas.

3) Integração com Animais

A adição de matéria orgânica é fundamental para a melhoria da fertilidade dos solos do trópico úmido, como deve ser usada em grandes volumes o custo de aquisição e de transporte podem inviabilizar a unidade de produção, portanto é imprescindível a integração com a criação de animais para realizar a transformação de excedentes das lavouras e pastos em esterco. Os estercos podem ser adicionados diretamente nos plantios ou passar pelo processo de compostagem ou por um processo de fermentação para produzir os biofertilizantes. A integração pode ser feita com animais de pequeno porte como galinhas, ovinos ou caprinos ou ainda com animais de grande porte como os bovinos de leite ou corte.

Utilizamos um manejo que consiste na formação de piquetes de 50 m × 50 m (2500 m²), nessas áreas fazemos os plantios de hortaliças de frutos: milho verde, quiabo, berinjela, pepino, tomate, maxixe; após a colheita a área é submetida ao pastejo dos animais por um período curto (8 a 10 dias) com uma grande lotação (10 UA ha⁻¹). Após esse período mudamos os animais de piquete e preparamos a área para um novo plantio com outra espécie em rotação. Esse sistema reduz as operações de preparo da área (não há necessidade de roçar as invasoras juntamente com os restos culturais), além do efeito positivo da deposição de esterco e urina pelos animais.

Práticas essenciais ao Manejo Orgânico

Adubação Orgânica

O manejo do solo nos sistemas orgânicos de produção deve ser pensado de forma mais ampla comparado com o manejo da agricultura convencional. Nesse sistema pretende-se construir e manter a fertilidade do solo, para tanto a adição continuada de matéria orgânica exerce um papel imprescindível.

O maior desafio é a produção local de biomassa, considerando o alto custo dos adubos orgânicos e dos fretes, bem como o grande volume demandado para satisfazer as

exigências nutricionais das culturas. Só para ilustrar uma adubação orgânica considerada média 10 t de esterco de galinha por hectare custa em torno de R\$ 1500,00 (mil e quinhentos reais), considerando o preço atual de R\$ 150,00 por m³.

A aplicação de composto é uma forma de reduzir esse custo nos locais onde existe produção comercial de composto, nos demais locais os produtores podem fazer compostagem desde que:

- 1) Tenham acesso ou produzam um grande volume de material orgânico (aparas de grama, leguminosas, resíduos orgânicos de agroindústria);
- 2) Observem os custos de irrigação, mão de obra ou hora máquina para manejo da compostagem;

Na área da Alimentum Ltda (empresa certificada como unidade de produção orgânica de frutas e hortaliças por auditoria) desenvolvemos um sistema de compostagem utilizando aparas de grama, ramos de leguminosas e esterco bovino ou de aves. As pilhas de compostagem foram feitas no formato retangular com largura de 1 m e comprimento variável, porém a altura em torno de 50 cm para facilitar o revolvimento com a enxada rotativa do microtrator.

Compostagem

Qualquer resíduo orgânico exposto à ação dos agentes de intemperismo, chuva, sol, organismos tende a se transformar em matéria orgânica mais estável também chamada de húmus, o que se quer na compostagem é encurtar o tempo dessa transformação.

O composto orgânico é um material escuro, sem cheiro resultante de reações químicas mediadas por microorganismos constituído principalmente pelos húmus matéria orgânica com baixa relação C/N com menor velocidade de degradação (GARCIA *et al*, 2018). A compostagem consiste em empilhar diferentes tipos de matéria orgânica e fornecer-lhes condições para alcançar o estágio de estabilização. É um processo que demanda uso energia, água e mão de obra, portanto o uso na produção orgânica precisa levar em consideração esses custos.

A importância de aplicar composto orgânico, vai além do efeito da matéria orgânica humificada sobre a melhoria do solo para as culturas. Diferentes trabalhos têm

demonstrado que substâncias húmicas podem mimetizar o efeito de hormônios vegetais, influenciar diferentes sistemas de transporte, de enzimas que afetam os processos de absorção, assimilação de nutrientes, defesa contra patógenos (GARCIA *et al*, 2018).

Trabalho realizado por nosso grupo de pesquisa evidenciou que a aplicação de composto orgânico no sulco de plantio em dose recomendada para fornecer todo o N necessário para a cultura do milho verde em um Argissolo Vermelho Distrófico com textura arenosa/média resultou em produtividade de espigas comerciais igual a aplicação de cama de aviário (LAZO *et al*, 2012). Observou-se que após a colheita das espigas as plantas de milho permaneceram com a área foliar verde comparadas aos demais tratamentos.

Anjos (2010) observou que a aplicação de ácidos húmicos e ácidos fúlvicos, extraídos de vermicomposto, em plantas de rúcula aumentou a atividade da nitrato-reductase (E.C. 1.6.6.1), enzima chave na rota de assimilação de nitrogênio.

A seguir o passo a passo dessa prática, utilizada nas nossas unidades de produção:

- 1) *Local da compostagem:* A compostagem deve ser feita em local próximo a principal fonte de matéria orgânica o estábulo ou curral;
- 2) *Materiais:* Reunir material celulósico proveniente de aparas de capim, de grama, resíduos de leguminosas, pseudocaule de bananeira, resíduo de agroindústria dentre outros;
- 3) *Confecções das pilhas:* A primeira camada deve ser feita de capim ou gravetos com a espessura de 20 cm para melhorar a aeração da pilha, lembrando que a compostagem é um processo aeróbico (deverá ser feita na presença do oxigênio);
- 4) A segunda camada com cerca de 7 a 10 cm de espessura pode ser feita com esterco preferencialmente de gado, porém pode-se utilizar esterco de galinha;
- 5) A partir daí alternam-se camadas de capim, folhas ou resíduos com camadas menos espessas de esterco até alcançar a altura ideal (1 a 1,20 m), deve-se molhar cada camada após a colocação;
- 6) Pode-se adicionar alguns materiais para melhorar o processo: fosfato natural, aceleradores de compostagem; uma solução com biofertilizante na proporção de 250 ml de biofertilizante em 10 litros de água;
- 7) Materiais que não devem ser utilizados: resíduos de origem animal; plástico, gordura;

- 8) A irrigação deverá ser feita utilizando-se o método expedito de segurar uma amostra na mão e apertá-la se escorrer água indica excesso de umidade; se apenas a mão ficar úmida a umidade está no nível adequado, se não ficar úmida deve-se irrigar. Convém lembrar que o excesso de água prejudica a compostagem porque reduz a quantidade de oxigênio na pilha e favorece a fermentação com a consequente produção de compostos orgânicos fétidos que atraem insetos e roedores;
- 9) Pode-se utilizar o método do vergalhão colocado na parte central da pilha para controle da temperatura; altas temperaturas na fase inicial são normais, a queda da temperatura é um dos indicadores da necessidade de revirar a pilha de composto;
- 10) Após a humificação formação da matéria orgânica escura sem odor forte pode ser utilizado na preparação de canteiros 2 kg m^{-2} ou na adubação nos sulcos de plantio $2 \text{ kg } 10 \text{ m}^{-1}$ de sulco de plantio.

Biofertilizantes

O termo biofertilizante pode ser utilizado de diferentes formas: a) para adubos que veiculam organismos fixadores de N_2 , ou controladores de outros patógenos b) material sólido resultante da fermentação para a produção de biogás; e c) líquido resultante da fermentação de misturas de diversos materiais ricos em nutrientes.

Nas nossas experiências com agricultura orgânica trabalhamos com um biofertilizante produzido a partir dos seguintes materiais para um volume de 500 L: 250 L de esterco de gado; 5 L de leite cru ou soro de leite; 1 kg de ácido bórico; 1 kg de sulfato de zinco; 1 kg de cinza de madeira; 1 kg de pó de marmoraria; 1 kg de composto ou húmus de minhoca; 1 kg de fosfato natural; 2 L de caldo de cana ou 50 kg de cana de açúcar triturada em forrageira.

Esse material deve ser posto em uma caixa d'água com tampa, completando-se o volume para 500 L de água. Essas quantidades podem ser aumentadas ou reduzidas de acordo com o vasilhame disponível e o tamanho da área a ser tratada com biofertilizante. Decorridos 30 dias, agitar e retirar a parte líquida que deve ser aplicada na diluição de 250 mL para 20 L de água.

Trabalhos realizados pelo grupo de pesquisa em Agroecologia da UEMA com o uso desse biofertilizante resultaram em aumento do peso médio dos frutos de abóbora (SAMPAIO *et al*, 2015). Mondego *et al* (2018) observaram que o consumo de folhas de plantas de milho tratadas com biofertilizante foi inferior ao controle e não diferiu daquelas que receberam silicato de potássio isolado ou combinado com Acibenzolar-S-Methyl indutor de resistência à lagarta do (MONDEGO *et al*, 2018). Viana *et al* (2015) observaram redução das lesões corticosas causadas por lóculo aberto devido a carência de boro em frutos de abacaxi variedade Turiaçu.

Materiais alternativos ao esterco na confecção de biofertilizantes

A produção de esterco nas áreas rurais e periurbanas das cidades vem caindo nos últimos anos devido a urbanização acelerada e especulação imobiliária que elevou os preços dos imóveis outrora utilizados para a produção de hortifrutigranjeiros. Dessa forma várias unidades de produção de leite, ovos e frango foram desativadas, a redução da oferta elevou os preços dos estercos, tornando-o um dos maiores pesos no custo de produção das hortaliças nessas áreas. Este fato ressalta a necessidade de alternativas ao esterco de animais para a confecção de biofertilizantes. Nosso grupo de pesquisa realizou trabalhos visando a substituição do esterco por vísceras de pescado (material facilmente encontrado nas feiras e descartado em aterros sanitários). Essa substituição aumentou os teores de nutrientes no biofertilizante (OLIVEIRA, 2016). Esses biofertilizantes permitiram o aumento da população da bactéria diazotrófica *Azospirillum brasilense* (inoculada no biofertilizante), o que resultou em aumento a produtividade de espigas de milho colhidas no ponto de milho verde (CASTRO, 2015).

Adubação

O manejo orgânico substitui os fertilizantes de alta solubilidade por adubos de liberação lenta de nutrientes como as rochas moídas. Utilizamos no manejo calcário dolomítico para a correção do solo, gesso agrícola, fosfato natural, cinza de madeira e pó resultante do polimento de pedras ornamentais (mármore e granito) (LAZO *et al*, 2012). Como fontes alternativas de potássio podem ser utilizados: cinza de madeira e pó de

rochas ornamentais em substituição ao sulfato de potássio na cultura do milho, com eficiência semelhante ao sulfato de potássio (MACIEL, FERRAZ Jr., BRAUN, 2015).

O fornecimento de N dever ser feito via aplicação de esterco, composto, adubação verde com leguminosas.

O manejo orgânico do solo em um Argissolo Vermelho Amarelo distrófico, na ilha de São Luís-MA, após quatro anos do processo de certificação, resultou em elevação da saturação por bases, pH e redução da acidez potencial (H+Al) quando comparada com a área de vegetação nativa indicando melhoria da fertilidade do solo (RAMOS *et al*, 2016),

Cobertura do solo

A cobertura com resíduos orgânicos é uma prática fundamental para o manejo do solo, vários benefícios decorrem dessa prática: redução da temperatura, aumento da atividade da fauna (OLIVEIRA *et al*, 2013) que melhora o processo de agregação de partículas e estruturação dos solos, diminuição da concorrência com as ervas daninhas, conservação da umidade do solo e aumento da eficiência de uso dos nutrientes (NORRIS, KATELYN, 2018). A cobertura deve ser feita com materiais disponíveis na propriedade.

Nas condições do trópico úmido brasileiro o crescimento de uma cultura de cobertura com razoável produção de biomassa é impossibilitado pela distribuição de chuvas bimodal da região na qual ocorre um longo período de estiagem (6 a 7 meses) com alta evapotranspiração e temperaturas elevadas. Trabalhos realizados com leguminosas anuais como o feijão de porco, a mucuna e a puerária resultaram em produção insuficiente de biomassa para a cobertura efetiva do solo para a realização de plantio direto na estação chuvosa (MOURA *et al*, 2016). As leguminosas arbóreas possuem maior capacidade de produção de biomassa nessas condições. Nossos trabalhos demonstraram que a *Clitoria faichildiana* (sombreiro ou palheteira) produziu cerca de 12 t ha⁻¹ por ano em sistema de aléias com fileiras duplas espaçadas de 0,5 m entre plantas e 4 m entre filas duplas (FERRAZ Jr *et al*, 2006). Outra opção local interessante é a aplicação das folhas de babaçu (pindova) triturada em forrageira para cobertura dos canteiros.

Plantio direto na palha

A aração e gradagem devem ser evitadas em áreas do trópico úmido. Essa prática facilita o plantio, entretanto modifica os agregados do solo, afeta a estrutura, a permeabilidade, a capacidade de retenção de água bem como reduz os níveis da matéria orgânica do solo. As condições climáticas com período seco prolongado dificultam o crescimento de culturas para cobertura de solo utilizadas em plantio direto. Nessas condições o uso de leguminosas arbóreas em SAF parece ser o mais indicado, apesar da resistência de adoção pelos agricultores (FERRAZ Jr. *et al*, 2006; MOURA *et al*, 2016).

Rotação de culturas

As vantagens da rotação de culturas em qualquer sistema de produção se encontram bem documentadas na literatura. Para um grande leque de combinações de rotações de gramíneas e leguminosas o balanço de nutrientes apesar de negativo, por exemplo a leguminosa extrai mais nutrientes do que adiciona à cultura seguinte, entretanto há um aumento na produtividade da gramínea o conjunto de fatores que elevam a produtividade da cultura subsequente foi denominado como efeito rotação (GRANDY, ROBERTSON, THELAN, 2006). No manejo orgânico no trópico úmido a rotação de culturas é forte aliada para o controle de pragas e doenças e para a melhoria do solo.

Considerações finais

O manejo orgânico dos agroecossistemas no trópico úmido deve ser realizado de forma muito diferente do modelo de monocultura. O ambiente do trópico úmido é naturalmente diversificado e grande parte dos solos de baixa fertilidade natural são desprovidos de nutrientes que possam suprir as exigências nutricionais da grande maioria das culturas alimentares. Os sistemas tradicionais de cultivo, secularmente praticados nos trópicos, se valiam da diversidade da floresta para suprir as necessidades calóricas dos seus habitantes. Deve-se, portanto, mimetizar esses sistemas via intensificação ecológica com o aumento da diversidade das culturas e dos componentes secundários, essa diversificação favorece também uma maior complexidade de relações entre organismos do solo e uma maior resiliência dos sistemas produtivos.

Referências

- ANJOS, O. O. **Substâncias húmicas e o metabolismo de nitrogênio em plantas de rúcula (*Eruca sativa* L.)**. Orientador: Cristoph Gehring. 2010. 54 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia), Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2010.
- ATANDI, J. *et al.* Organic farming provides improved management of plant parasitic nematodes in maize and bean cropping systems. **Agriculture, Ecosystems & Environment**. v. 247, p. 265–272, 2017.
- CASTRO, R. S. **Avaliação de biofertilizantes como veículo de bactérias diazotróficas e seus efeitos no crescimento de raiz e metabolismo de nitrogênio em plântulas de milho**. Orientador: Altamiro Souza de Lima Ferraz Junior. 2013, 65 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia), Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2015.
- FERRAZ JUNIOR, A. S. L. *et al.* Fitomassa, distribuição de raízes e aporte de nitrogênio e fósforo por leguminosas cultivadas em aléias em solo de baixa fertilidade. **Floresta e ambiente**, v. 13, n. 1, p. 61–68, 2006.
- GARCIA, A. C. *et al.* Substâncias húmicas e seus efeitos sobre a nutrição das plantas. *In*: FERNANDES, M. S.; SOUZA, S. R.; SANTOS, L. A. **Nutrição Mineral de Plantas**. 2ª. ed. Viçosa, MG, SBCS, 2018. Cap. 7, p. 1–60.
- GRANDY, A. S.; ROBERTSON, G. P.; THELAN, K. D. Do Productivity and Environmental Trade-offs Justify Periodically Cultivating No-till Cropping Systems?, **Agronomy Journal**, v. 98, n. 6, p. 1377–1383, 2006.
- JAMA, B. C. A. *et al.* *Tithonia diversifolia* as green manure for soil fertility improvement in western Kenya: A review. **Agroforestry Systems**, v. 49, n. 2, p. 201–221, 2000.
- KARLEN, D. L. G. E. *et al.* Crop rotations for the 21st century. *In*: SPARKS, D. L. **Advances in Agronomy**. Massachusetts: Academic Press. 1994. v. 53, p. 1–45.
- LAZO, R. A. *et al.* Neutralização do pH e fornecimento de macronutrientes em Argissolo vermelho-amarelo tratado com cinza de madeira. *In*: FERTBIO, **Anais... Maceió**. A responsabilidade socioambiental da pesquisa agrícola, 2012. p. 1–4.
- MACIEL, S. R. J.; FERRAZ Jr. A. L. S.; BRAUN, H. Viabilidade de Fontes Alternativas de Potássio para Cultivo Orgânico de Milho Verde. **Cadernos de Agroecologia**, v. 9, n. 4, 2015.
- MONDEGO J. M. *et al.* Effect of resistance elicitors on the biology and feeding preference of *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) in corn. **Australian Journal of Crop Science**, v. 12, n. 11, p. 1774–1781, 2018.
- MOURA, E. G *et al.* Improving farming practices for sustainable soil use and in the humid tropics and rainforest ecosystem health. **Sustainability**, v. 8, n. 9, p. 1–21, 2016.

NORRIS, C. E.; CONGREVES, K. A. Alternative Management Practices Improve Soil Health Indices in Intensive Vegetable Cropping Systems: A Review. **Frontiers in Environmental Science**, v. 6, n. 50, p. 1–18, 2018.

OLABODE, O. S. *et al.* Evaluation of *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A Gray for Soil Improvement. **World Journal of Agricultural Sciences**, v. 3, n. 4, p. 503–507, 2007.

OLIVEIRA, A. S. **Produtividade de milho em função da aplicação de biofertilizante com resíduo de pescado e *Azospirillum brasilense***. Orientador: Altamiro Souza de Lima Ferraz Junior. 2016. 56 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia), Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2016.

OLIVEIRA, N. N. F. C. **Avaliação de Artrópodes de Solo em Sistemas Diversificados**. Orientador: Altamiro Souza de Lima Ferraz Junior. 2013. 94 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia), Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2013.

PARTEY, S. T. *et al.* Decomposition and nutrient release patterns of the leaf biomass of the wild sunflower (*Tithonia diversifolia*): a comparative study with four leguminous agroforestry species. **Agroforestry Systems**, v. 81, n.2, p. 123–134

PLOEG, A. T. Greenhouse Studies on the Effect of Marigolds (*Tagetes* spp.) on Four *Meloidogyne* Species. **Journal of Nematology**, v. 31, n. 1, p. 62–69, 1999.

PAROLIN, P *et al.* Secondary plants used in biological control: A review, **International Journal of Pest Management**, v. 58, n. 2, p. 91-100, 2012.

RAMOS, A. *et al.* Variabilidade espacial na fertilidade de um Argissolo sob manejo orgânico comparado à mata nativa. **Cadernos de Agroecologia**, v. 10, n. 3, p. 1–5, 2015.

SANTOS, C. C *et al.* Soil carbon stock and Plinthosol fertility in smallholder land-use systems in the eastern Amazon, Brazil. **Carbon management**. v. 9, n. 6, p. 655–664, 2018.

SILVEIRA, L. C. P. *et al.* Marigold (*Tagetes erecta* L.) as an attractive crop to natural enemies in onion fields. **Scientia Agricola**. v. 66, n. 6, p. 780–787, 2009.

Capítulo 10

Vantagens e desafios da ensilagem de cana-de-açúcar

Djalma Silva Pereira, Lidiane Figueiredo dos Santos, Kathlin Dias Procópio,
Davi Lopes do Carmo

Introdução

De acordo com dados do último balanço da Produção Pecuária Municipal (IBGE, 2017), o Brasil possuía mais de 218 milhões de bovinos. A alimentação adequada e equilibrada desses animais é um dos principais fatores que contribuem para melhor produção de carne e de leite. O pasto representa a principal fonte de alimentação para o rebanho, pois constitui a forma mais econômica de alimentação animal. Todavia, devido à estacionalidade da produção de forragens, o uso apenas do pasto como fonte de alimentação animal torna-se inviável em períodos de escassez de chuvas. Nas condições climáticas do Brasil, a disponibilidade de forragens é irregular ao longo do ano, com períodos alternados de excesso e escassez de pastagens (BOTELHO *et al*, 2010).

Durante o período de escassez de forragens é necessário garantir a manutenção do peso corporal dos animais e uma produção estável ao longo do ano. Assim, a conservação de forragem, por meio da ensilagem, é uma alternativa para garantir a alimentação do rebanho nos períodos de escassez, garantindo aos animais boa qualidade de alimentação volumosa ao longo de todo o ano (BOTELHO *et al*, 2010; LEHMEN *et al*, 2014). Paziani (2009) define ensilagem como o processo de cortar a forragem verde, colocar no silo, compactar e proteger com lona plástica, para que haja fermentação anaeróbica, a fim de conservar as forragens e seu valor nutritivo com o mínimo de perdas, de uma época de elevada produção de forragem para outra de escassez. Para a escolha da cultura a ser ensilada deve-se levar em consideração a disponibilidade na região, o valor nutricional e a produtividade.

De acordo com Gomes *et al* (2015), a cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) é uma alternativa ideal para suplementação de animais durante os períodos de escassez de pastagens, por apresentar corte ideal na estação seca, que coincide com o período de menor produtividade de gramíneas tropicais, além de baixo custo de produção e alta

produtividade por hectare. Essa gramínea é uma forrageira bastante utilizada pelos pecuaristas na alimentação do rebanho bovino, seja na forma *in natura* ou conservada na forma de silagem.

A alta produtividade de matéria seca (MS), baixo custo de produção e facilidade do manejo confere à cana-de-açúcar a sua utilização na alimentação animal em forma de silagem. Todavia, a intensa fermentação alcoólica quando a forragem é ensilada pura, em razão da grande população de leveduras (LOPES, EVANGELISTA, 2010), bem como perdas da MS e queda do valor nutritivo (REZENDE *et al*, 2011b), além dos baixos teores de proteína e minerais e fibra de baixa qualidade (SIQUEIRA *et al*, 2012), faz com que muitos pecuaristas desprezem o uso da silagem de cana-de-açúcar na alimentação do rebanho.

Uma forma de contornar essas características indesejáveis para produção de silagem de cana é o uso de aditivos. Entretanto, alguns aditivos podem elevar o custo de produção do pequeno produtor e gerar uma dependência ao mercado externo. Portanto, é crescente a busca por técnicas alternativas para melhorar a qualidade de silagem de cana-de-açúcar, mas sem onerar os custos de produção do agricultor.

Diante da necessidade de garantir ao produtor maior independência e produção mais sustentável, são crescentes as demandas por estudos com o intuito de promover a substituição de aditivos para melhorar a qualidade da silagem de cana-de-açúcar. O uso de leguminosas pode ser uma alternativa viável para melhorar o valor nutricional do material ensilado, aumentando o teor de proteína e diminuindo as perdas por fermentação. Entretanto, os estudos ainda são incipientes com relação ao uso de leguminosas para melhorar o valor nutricional da silagem de cana-de-açúcar.

Objetiva-se, através deste capítulo, apresentar as principais vantagens e os principais desafios da ensilagem de cana-de-açúcar. Para isto, este capítulo é dividido em quatro partes: i) conservação de forragens; ii) silagem de cana-de-açúcar; iii) aditivos na ensilagem de cana-de-açúcar; e iv) uso alternativo de leguminosas na ensilagem de cana-de-açúcar.

Conservação de forragens

As mudanças nas condições climáticas nas estações do ano, provocam sazonalidade de produção forrageira, com a redução do fotoperíodo, queda de temperatura, ausência de

chuvas, ocasionando déficits qualitativos e quantitativos nas pastagens. Afim de atender as exigências animais por alimento, agricultores e produtores utilizam diferentes formas de manejo das pastagens, fazendo a reserva das mesmas no período de escassez de forragens. Dentre as principais formas adotadas para conservação de forragens, têm-se o feno e a silagem, a fim de garantir a produtividade e, ou manutenção animal (PÁDUA *et al*, 2011). É importante salientar que os processos de conservação de forragem, fenação e ensilagem, alteram a composição química da planta, podendo reduzir sua qualidade (NASCIMENTO *et al*, 2015).

O feno é a forragem verde conservada pela secagem natural ou artificial. O processo de obtenção do feno, a fenação, é a forma mais antiga de conservação de volumosos e depende das condições climáticas satisfatórias no período da colheita. Pode ser produzido manualmente ou com mecanização, garantindo ao gado alimento volumoso na estação seca (SUTTIE, 2000 *apud* LIMA, MACIEL, 2006). O feno deve ficar em um local protegido da luz solar direta, seco e bem ventilado (PEREIRA *et al*, 2011).

Para permitir a conservação da forragem em boas condições de armazenamento, as plantas devem apresentar mais de 75 % de umidade no ponto de corte e passar pelo processo de desidratação até que se obtenha um feno com no máximo 15 % de umidade. Diferentes partes da planta, se comportam de forma distintas na secagem, as folhas perdem água com maior facilidade que as hastes, plantas com alta relação haste/folha e hastes grossas tendem a perder o valor nutritivo com mais facilidade e a demorar mais a secar, produzindo um feno de pior qualidade (PEREIRA *et al*, 2011). No período de corte deve-se aliar alto valor nutritivo com a alta produtividade de MS, com maior quantidade de nutrientes digestíveis por unidade de área. O aumento da maturidade aumenta a produção de MS por área, porém reduz a qualidade nutritiva da forragem (PEREIRA *et al*, 2011).

Já a silagem é o produto resultante da fermentação anaeróbia da planta forrageira picada e armazenadas em depósitos próprios, os silos. A silagem é um alimento suculento e volumoso, utilizado na alimentação animal para suprir a falta de pasto no inverno mantendo o nível nutricional dos animais; A ensilagem é a técnica responsável pela conservação de plantas forrageiras (DANTAS, NEGRÃO, 2010), que tem como objetivo conservar o valor nutritivo da forrageira próximo ao seu valor inicial (PEREIRA *et al*, 2011). A utilização da silagem pelo homem na alimentação de ruminantes, data de 1.500 a 2.000 a.C., com registros firmados no Velho Testamento, portanto com amplas

pesquisas realizadas, o que confere a esta tecnologia um amplo conhecimento das diversas fases do processo (BOLSEN, 1995; LIMA, MACIEL, 2006).

A conservação da ensilagem é auxiliada pela formação de ácidos orgânicos advindos da fermentação dos carboidratos (CHOs) existentes nas forrageiras. Na escolha do alimento a ser ensilado, deve-se observar: a) exigência da qualidade da silagem pelos animais a serem alimentados; b) produtividade da forragem por área, para redução do custo por tonelada de silagem; c) facilidade de colheita; e d) adaptação da cultura escolhida à região de implantação (PEREIRA *et al*, 2011). Deve-se calcular o volume necessário de silagem para o rebanho, baseado no consumo de matéria seca, relacionado as necessidades biológicas de cada animal, para posteriormente definir a área a ser plantada. A silagem de boa qualidade é bem consumida pelos animais, possui odor agradável e aspecto uniforme (PEREIRA *et al*, 2011).

No Brasil, a silagem de milho (*Zea mays*) é mais utilizada, depois sorgo (*Sorghum bicolor*), cana-de-açúcar, napier (*Pennisetum purpureum*) e outras gramíneas forrageiras. Contudo, também é possível ensilar: girassol (*Helianthus annuus*), batata-inglesa (*Solanum tuberosum*), cebola (*Allium cepa*), fécula de mandioca (*Manihot esculenta*), resíduos cítricos, glúten de milho, borra de malte, etc (PEREIRA *et al*, 2015). O êxito na produção de silagens depende do teor de MS no momento do corte, teor de CHOs solúveis (sacarose) entre 6 e 8 % e da capacidade tamponante da cultura. É possível obter silagens de boa qualidade se o teor de CHOs for alto e o poder tampão baixo, mesmo em plantas com baixo teor de MS. Contudo, se o poder tampão é elevado e o conteúdo de CHO baixo, somente se produz silagens boas se o teor de MS for alto (PEREIRA *et al*, 2015).

Silagem de cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar é uma cultura de grande importância para o setor pecuário e de biocombustíveis. No Brasil, seu cultivo foi incentivado pelo Programa Nacional do Álcool (Proálcool), criado em 1975, que visava a substituição de combustíveis fósseis por álcool oriundo da cana-de-açúcar e outros insumos (PAUL *et al*, 2012). Este projeto resultou no lançamento de variedades de cana com maior produção de açúcar e biomassa, além do avanço em suas técnicas de cultivo (VALERIANO *et al*, 2007). Como consequência do programa Proálcool, a cultura da cana-de-açúcar se expandiu para regiões que tinham a pecuária como principal atividade, oportunizando seu uso na

bovinocultura de corte e leiteira (VALERIANO *et al*, 2007). Desse modo, a utilização da cana não beneficia somente a indústria, mas compensa a escassez de forragem verde para ruminantes no período seco do ano.

Os motivos que levam ao uso da cana-de-açúcar na alimentação dos bovinos, na época seca, estão atrelados a sua elevada produtividade de massa verde (80 a 120 t ha⁻¹) e energia (15 a 20 t ha⁻¹ de nutrientes digestíveis totais – NDT) por área, além de seu baixo custo de produção por unidade de MS (SILVA, 1993). O fato de a cana-de-açúcar atingir sua maturação na época da seca, quando há redução de massa verde nas pastagens, também justifica seu uso como recurso forrageiro (FABRIS *et al*, 2013). Vale ressaltar que a cana-de-açúcar apresenta limitações nutricionais, como baixo teor de proteína bruta (PB) e minerais, principalmente enxofre, fósforo, zinco e manganês, no entanto, já existem formas de corrigi-las, de modo a garantir o uso dessa cultura na alimentação animal (LIMA JÚNIOR *et al*, 2010).

Tradicionalmente, a cana-de-açúcar tem colheita diária, sendo oferecida *in natura* aos animais, o que acarreta problemas operacionais na condução do corte, como garantir rebrota uniforme do talhão, gastos diários com mão-de-obra, perda de valor nutritivo no verão, dificuldade de colheita em dias chuvosos e utilização imediata após o corte, principalmente em casos de queima e geada (PEDROSO, 2003; REIS *et al*, 2004). Esses fatores têm contribuído para que os produtores optem pela ensilagem da cana-de-açúcar.

Ao conservar a cana para fornecê-la posteriormente aos animais, se garante melhor logística de utilização e redução de custos em relação ao corte diário. Além disso, a cana-de-açúcar possui elevada “ensilabilidade”, ou seja, aptidão para ser ensilada, incluindo neste conceito sua baixa capacidade tamponante (redução do pH), elevada quantidade de CHOs solúveis e teor adequado de MS (SIQUEIRA, 2005).

No entanto, para ensilar a cana-de-açúcar também deve-se levar em conta sua fermentação tipicamente alcoólica, com intensa atividade de leveduras que convertem, de modo anaeróbio, CHOs solúveis da forragem em gás carbônico, etanol e água, afetando diversas propriedades da silagem (BERNARDES *et al*, 2007; SIQUEIRA *et al*, 2007).

As leveduras prejudicam a conservação das forragens, uma vez que não contribuem para a acidificação dos silos. Além disso, prejudicam a qualidade da silagem após a abertura do silo, causando rápida deterioração do material e elevação do pH. Com o pH elevado, maior é o risco de contaminação da silagem por microrganismos patogênicos (KUNG JÚNIOR, STANLEY, 1982). As perdas de MS se devem, principalmente, ao

elevado crescimento das leveduras em condições anaeróbicas levando à formação de 2 mols de etanol e CO₂ para cada mol de glicose fermentada (McDONALD *et al*, 1991).

Naturalmente, as plantas forrageiras são habitadas por diversos microrganismos, denominados epífitos, incluindo bactérias ácido-láticas, enterobactérias, leveduras e fungos, que competem pelos açúcares dos vegetais (BOLSEN *et al*, 1992). No momento da ensilagem, o elevado teor de CHOs solúveis da cana-de-açúcar resulta em rápida proliferação de leveduras na silagem, que, por sua vez, realizam a fermentação alcoólica (LIMA JÚNIOR 2010). Além disso, os teores de PB da cana variam de 1,91 a 3,81 %, sendo considerado baixo em volumoso para ruminantes (ANDRADE *et al*, 2003; BONOMO *et al*, 2009).

Diversos trabalhos têm confirmado a predominância da fermentação alcoólica em silagens de cana-de-açúcar sem aditivos, ou seja, sem adição de produtos que melhoram sua fermentação e conservação (SCHMIDT *et al*, 2007). Nessa silagem ocorre redução do teor de CHOs solúveis da cana-de-açúcar, perda da MS, alteração do valor nutricional, como aumento dos componentes fibrosos (principalmente fibra em detergente neutro - FDN), redução do consumo/digestibilidade pelos animais e alto teor de álcool, reduzindo a qualidade da forragem.

A partir dos dados apresentados na Tabela 1, é demonstrado os teores de MS e de FDN em cana-de-açúcar *in natura* e ensilada de diferentes estudos realizados em um período de 10 anos (entre 2009 e 2018). É possível observar que, em média, os teores de MS e FDN variaram de -5,8 e +14,5 unidades percentuais, respectivamente.

No processo natural de conservação das forragens, CHOs não-fibrosos são preferencialmente perdidos/catabolizados em relação à fração fibrosa da planta. Mas na cana-de açúcar, os valores de FDN, assim como os demais componentes fibrosos, são mais concentrados na MS da silagem em decorrência da perda de CHOs solúveis na forma de gases e conversão em água, como resultado da fermentação alcoólica (PEDROSO *et al*, 2005).

Elevadas perdas de MS em cana-de-açúcar após sua ensilagem também são decorrentes da fermentação dos açúcares solúveis por leveduras. Segundo McDonald *et al* (1991), essas perdas podem chegar a 48,9 %. Reduções de MS por deterioração aeróbica após infiltração de ar ou abertura do silo também podem ser significativas.

A perda de CHOs solúveis da cana-de-açúcar ocorre por sua conversão à álcool, onde cada molécula de glicose fermentada produz etanol, gás carbônico e água (NUSSIO,

2003). Esse acúmulo de etanol, apesar de elevar a concentração energética da silagem, reduz sua qualidade e o consumo pelos animais, em comparação à cana fresca (McDONALD *et al*, 1991; FABRIS *et al*, 2013). Estudos demonstram que o etanol liberado na fermentação gera gasto energético elevado e provoca a rejeição da silagem pelos ruminantes (LIMA *et al*, 2007).

Tabela 1. Variação nos teores de matéria seca (MS) e fibra em detergente neutro (FDN) em cana-de-açúcar fresca e ensilada.

Fonte	Forragem fresca		Silagem		Variação	
	MS	FDN	MS	FDN	MS	FDN
Siqueira <i>et al</i> (2009)	35,2	54,7	27,4	75,1	-7,8	+20,4
Amaral <i>et al</i> (2009)	37,3	54,1	28,3	68,7	-9,0	+14,6
Lopes e Evangelista (2010)	30,1	58,8	23,2	71,8	-6,9	+13,0
Ribeiro <i>et al</i> (2010)	27,5	45,5	19,4	74,5	-8,1	+29,0
Ribeiro <i>et al</i> (2010)	26,2	51,9	18,1	65	-8,1	+13,1
Schmidt <i>et al</i> (2011)	32,5	49,5	29,5	69,5	3,0	+20,0
Siqueira <i>et al</i> (2011)	37,2	55,2	25,9	76	-11,3	+20,8
Santos <i>et al</i> (2012)	25,6	51,5	24,8	72,9	-0,8	+21,4
Carvalho <i>et al</i> (2012)	24,4	53,7	20,1	65,9	-4,3	+12,2
Fabris <i>et al</i> (2013)	28,9	60,8	25	65	-3,9	+4,2
Sá Neto <i>et al</i> (2013)	26,4	64,7	22,3	71,5	-4,1	+6,8
Silva <i>et al</i> (2014)	28,6	41,3	22,2	49,4	-6,4	+8,1
Rocha <i>et al</i> (2014)	26,1	36,8	23,6	50,2	-2,5	+13,4
Rocha <i>et al</i> (2014)	28,6	41,3	20,9	60,1	-7,7	+18,8
Santos <i>et al</i> (2015)	28,4	44,5	20,7	45,2	-7,7	+0,7
Santos <i>et al</i> (2015)	25,9	42,9	20,4	45	-5,5	+2,1
Santos <i>et al</i> (2015)	27,6	37,1	21	41,1	-6,6	+4,0
Rodrigues <i>et al</i> (2015)	28,4	49	22,3	65,2	-6,1	+16,2
Gandra <i>et al</i> (2016)	27,5	50,2	23	63,6	-4,5	+13,4
Roth <i>et al</i> (2016)	32,8	60,7	27,3	75,6	-5,5	+14,9
Riqueira <i>et al</i> (2017)	27,9	47,6	27	66,2	-0,9	+18,6
Arak <i>et al</i> (2017)	28,2	53,2	21,8	63,6	-6,4	+10,4
Santos <i>et al</i> (2018)	32	27,8	23,3	55,8	-8,7	+28,0
Del Valle <i>et al</i> (2018)	27,7	50,7	23,4	74,5	-4,3	+23,8
Média	29,2	49,3	23,4	63,8	-5,8	+14,5

Diante do exposto, é evidente que produzir silagem de cana-de-açúcar com acidificação eficiente, estabilidade aeróbica após sua abertura (reduzindo a contaminação), redução de perdas e elevado valor nutricional ainda é um desafio para os

pecuaristas. No entanto, isso pode ser alcançado através da utilização de aditivos específicos para essa cultura.

Aditivos na ensilagem de cana-de-açúcar

Os aditivos são substâncias adicionadas às forragens, durante o processo de ensilagem visando melhorar e, ou preservar a qualidade da silagem, podendo estimular a fermentação desejável, inibir a fermentação indesejável, inibir a deterioração aeróbica, enriquecer de nutrientes e controlar a umidade (McDONALD *et al*, 1991; KUNG JÚNIOR *et al*, 2003; SANTOS *et al*, 2010). Esses aspectos influenciam na palatabilidade, na digestibilidade e no consumo da silagem pelos animais (RODRIGUES *et al*, 2015; SANTOS *et al*, 2015), por isso, devem ser controlados. Os aditivos podem ser classificados em cinco categorias: estimulantes e inibidores de fermentação, inibidores de deterioração aeróbia, nutrientes e absorventes (McDONALD *et al*, 1991). De forma simplificada, podem ser subdivididos em aditivos químicos, microbianos e sequestrantes de umidade (NUSSIO, SCHMIDT, 2004).

Os aditivos químicos que mais se destacam são a ureia (SOUSA *et al*, 2008; SIQUEIRA *et al*, 2010), o hidróxido de sódio (SIQUEIRA *et al*, 2010), o óxido de cálcio (BALIEIRO NETO *et al*, 2007) e o cloreto de sódio (REZENDE *et al*, 2011b). No entanto, a pecuária de base agroecológica demanda cuidados na utilização desses aditivos que não devem ser poluentes e devem ser de fácil aquisição, de custo compatível com a melhoria promovida na silagem, ser de fácil aplicação durante a ensilagem e não deixar resíduos tóxicos.

A ureia é o aditivo mais estudado e utilizado. A adição de ureia na ensilagem baseia-se na transformação dessa ureia em amônia (NH_3), que reage com água, formando hidróxido de amônia, elevando o pH e atuando sobre o metabolismo de microrganismos indesejáveis, principalmente leveduras (KUNG JÚNIOR *et al*, 2003). Além disso, eleva o teor de PB (SOUSA *et al*, 2008). Trabalhos como os de Lopes e Evangelista (2010), Ribeiro *et al* (2010) e Vilela *et al* (2014) demonstraram a eficiência da ureia na melhoria da qualidade de silagens de cana-de-açúcar.

Em uma revisão sistemática, Jacovaci *et al* (2017), relataram que a adição de óxido de cálcio apresentou benefícios com a diminuição na formação de etanol e na perda de MS, aumento do teor de CHOs não fibrosos, diminuição dos teores de fibras e aumento

da estabilidade aeróbia da silagem de cana-de-açúcar. Contudo, houve aumento da quantidade de enterobactéria, de *Clostridium*, das concentrações de amônia e ácido butírico, que são fatores indesejáveis.

No estudo realizado por Freitas *et al* (2006a), o hidróxido de sódio foi avaliado e recomendado para ser utilizado na ensilagem da cana-de-açúcar pois, segundo os autores, o mesmo foi capaz de alterar a fermentação alcoólica para fermentação predominantemente láctica.

As bactérias lácticas têm sido uma opção para aumentar a produção de ácido láctico e inibir o crescimento de microrganismos indesejáveis (ÁVILA *et al*, 2010). A adição destas bactérias durante a ensilagem promove a diminuição do pH em decorrência da produção de ácido láctico. Alguns cuidados devem ser tomados ao utilizar essas bactérias, pois tanto a variedade, quanto o teor de açúcar no momento da colheita da cana influenciam nos resultados.

No estudo de Pedroso *et al* (2011) foi observado redução do teor de etanol e perdas na silagem, enquanto que, no estudo de Freitas *et al* (2006b) não se observou melhorias na silagem, quando tratadas com *Lactobacillus buchneri*. A maior quantidade de leveduras se manifesta em silagem de cana-de-açúcar com maiores teores de açúcar (KUNG JÚNIOR *et al*, 2007). Em razão disso, quando a forragem apresenta baixo teor de açúcar na ensilagem o resultado pode ser desprezível.

Os aditivos contendo bactérias *L. buchneri* tem sido a mais utilizada em silagem de cana-de-açúcar, principalmente para controlar a fermentação alcoólica e diminuir as perdas de MS (ÁVILA *et al*, 2009). O *L. buchneri* é uma bactéria láctica heterofermentativa facultativa (HOLZER *et al*, 2003). A redução na concentração de etanol promovida pelo aumento da concentração de ácido acético possui um efeito antifúngico que reduz a atividade de leveduras (CARVALHO *et al*, 2014; RABELO *et al*, 2016).

Ingredientes com alto teor de MS podem atuar como aditivo absorvente, o que cria um ambiente menos favorável a leveduras em razão da redução do teor de umidade, além de reduzir as perdas de efluentes (SANTOS *et al*, 2010). A silagem de cana-de-açúcar quando tratada com aditivos químicos, biológicos e sequestrantes de umidade pode ter sua qualidade melhorada, com aumento do consumo pelos animais e maior eficiência na versão alimentar. Isso ocorre em razão da modificação nas composições físico-químicas

das silagens que influenciam na digestibilidade, ganho de peso e produção de leite dos animais e conseqüentemente a rentabilidade da atividade pecuária.

Vários aditivos alternativos têm sido estudados tais como a casca de café (BERNARDINO *et al*, 2005), o farelo de trigo (ZANINE *et al*, 2006), a raspa de mandioca (ZANINE *et al*, 2010), o farelo de arroz, a casca de soja e o fubá de milho (MONTEIRO *et al*, 2011), dentre outros, visando evitar perdas e melhorar a qualidade de diversas forrageiras ensiladas. Contudo, em silagens de cana-de-açúcar são escassos estudos consolidados.

No estudo de Andrade *et al* (2001), os autores observaram que a adição de rolão-de-milho na ensilagem de cana aumentou a MS e diminuiu a produção de etanol. Esses autores relataram que a adição de resíduos da colheita de soja (grãos quebrados e pequenos, vagens, hastes e folhas) elevam o valor nutritivo da silagem, além de aumentar o teor de MS. A adição de fubá e mandioca apresentou resultados positivos sobre a melhoria da fermentação e qualidade da silagem de cana-de-açúcar (LOPES *et al*, 2007). Na silagem de cana-de-açúcar aditivada com raspa de batata desidratada foi observado decréscimo no teor de FDN (REZENDE *et al*, 2009). De acordo com Rezende *et al* (2011a) foi observado redução de 21 g kg⁻¹ das perdas por efluentes quando adicionou 15 g kg⁻¹ de farelo de babaçu na silagem de cana-de-açúcar.

Um dos maiores desafios na produção de silagem de cana-de-açúcar na pecuária de base agroecológica consiste no suprimento de aditivos sem a dependência de ureia que provoca impacto negativo ao meio ambiente e eleva o custo da silagem. Os entraves na produção da silagem de cana-de-açúcar e as soluções visando alcançar uma boa silagem são objetivos superados pela pesquisa brasileira. Os novos desafios voltam-se para a produção da silagem de cana sob todos os aspectos da sustentabilidade, visando o aumento nutricional, diminuição das perdas e melhor conversão alimentar. Esse desafio abrange a utilização de aditivos alternativos de origem vegetal, principalmente com leguminosas, que possuem elevados teores de PB, subprodutos de indústrias e agroindústrias. Assim, estudos com estes aditivos são uma necessidade visando a utilização adequada, principalmente para o pecuarista de pequeno porte e de base orgânica e agroecológica.

Uso alternativo de leguminosas na ensilagem de cana-de-açúcar

O uso de leguminosas na forma de silagem ainda é muito restrito no Brasil, pois as leguminosas, até recentemente, eram tidas como não indicadas para ensilagem por sua fermentação predominantemente realizada por clostrídios, levando a uma silagem com altos teores de ácido butírico e nitrogênio amoniacal (ARCANJO *et al*, 2016). Apesar desses fatores que limitam o uso da silagem de leguminosa, essa prática pode ser viável para produtores que trabalham com o uso de bancos de proteína ou adubação verde (ARCANJO *et al*, 2016). Além disso, as leguminosas podem ser cultivadas na propriedade do agricultor, com redução da entrada de N inorgânico, em razão da fixação biológica de nitrogênio (FAGERIA *et al*, 2013), e, ainda, o cultivo das leguminosas pode ser em consórcio com as gramíneas (PEREIRA *et al*, 2017).

De acordo com Coutinho *et al* (2015), as pesquisas com leguminosas forrageiras no Brasil são crescentes, devido ao seu elevado valor nutritivos, embora sejam plantas com algumas características indesejáveis para o adequado processo de fermentação da ensilagem, como alta umidade no momento da colheita, alto poder tampão e baixo teor de CHOs solúveis.

O uso de leguminosas na ensilagem de gramíneas é, principalmente, para favorecer a elevação do teor de PB da silagem, já que muitas gramíneas usualmente para ensilagens promovem silagens pobres em proteína, como a cana-de-açúcar (GOBETTI *et al*, 2011; ARCANJO *et al*, 2016). O uso de silagem mista de gramíneas e leguminosas não é algo recente, diversos trabalhos foram realizados (LOPES *et al*, 2010; AJAYI, 2011; CONTRERAS-GOVEA *et al*, 2011; SILVA *et al*, 2011; MAGALHÃES *et al*, 2011; STELLA *et al*, 2016). Entretanto, os estudos envolvendo o uso de leguminosas na ensilagem de cana-de-açúcar ainda são incipientes, todavia há resultados satisfatórios.

Freitas *et al* (2006b) avaliaram a qualidade nutricional e as características fermentativas da silagem de cana-de-açúcar tratada com inoculante microbiano e hidróxido de sódio, acrescida de 10 % de resíduo da colheita de soja. A adição do resíduo da colheita da soja à cana-de-açúcar melhorou a qualidade nutritiva e reduziu as perdas de MS e a produção de etanol das silagens.

Koefender (2010) avaliou o uso de farelo de soja (*Glycine max*), guandu (*Cajanus cajan*) e leucena (*Leucaena leucocephala*) na ensilagem de cana-de-açúcar e constatou

que o farelo de soja, o guandu e a leucena podem substituir a ureia no enriquecimento da cana-de-açúcar com valor nutricional semelhante.

Cabral Júnior *et al* (2010) avaliaram a influência da gliricídia (*Gliricidia sepium*) na estabilidade aeróbica de silagens de cana-de-açúcar e constataram que as silagens de cana que receberam gliricídia apresentaram incremento nos valores médios de MS e pH, e decréscimo no teor de CHOs solúveis e na quantidade de unidades formadoras de colônias de leveduras.

Athayde (2012) avaliou a adição de aditivos, incluindo leucena e amendoim forrageiro (*Araquis pinto*), em ensilagem de cana-de-açúcar. Foi constatado que a associação de *Lactobacillus plantarum* com leucena e amendoim forrageiro nas silagens de cana-de-açúcar foram efetivas na conservação do teor proteico e no abaixamento da FDN, qualificando estas silagens com características fermentativas aceitáveis.

Pereira *et al* (2019) avaliaram a composição química e as perdas na fermentação de silagens mistas de cana-de-açúcar e guandu. Foi constatado que a inclusão de guandu na ensilagem de cana-de-açúcar proporcionou diminuição dos teores de hemicelulose e elevações dos teores de PB, fibra em detergente ácido e lignina, redução das perdas fermentativas, perdas por efluentes e perdas por gases e aumento da MS.

Considerações finais

A silagem de cana-de-açúcar apresenta vantagens e desafios. Dentre as vantagens, destacam-se: disponibilidade ao longo do ano em diversas regiões do Brasil; baixo custo de produção; fácil manejo; alta produção de matéria seca por hectare e alto teor de açúcar na matéria seca. O maior desafio para obter silagens de cana-de-açúcar de qualidade é contornar as características indesejáveis do processo de ensilagem desta forrageira. Os principais problemas são: intensa fermentação alcoólica quando a forragem é ensilada pura; grande população de leveduras; baixos teores de proteína, lipídeos e minerais; alto teor de carboidratos solúveis de rápida fermentação e fibra de baixa digestibilidade.

Devido as características indesejáveis da ensilagem de cana-de-açúcar, é necessário o uso de aditivos para contornar os problemas. O uso de aditivos químicos, como a ureia, e microbianos, como o *Lactobacilos buccieri*, é amplamente estudado e documentado na literatura, com resultados satisfatórios e eficientes na redução das perdas fermentativas da silagem de cana-de-açúcar.

O uso de leguminosas na ensilagem de cana é uma alternativa viável ao uso de aditivos químicos e microbianos. Entretanto, são poucos os estudos que avaliaram a eficiência de silagens mistas de cana-de-açúcar com leguminosas. Os estudos realizados demonstraram eficiência da inclusão de leguminosas na ensilagem de cana, o que torna promissor o uso dessa técnica. Entretanto, mais estudos devem ser realizados a fim de determinar as proporções ideais de cana e leguminosa na ensilagem.

Os desafios são muitos, levando em consideração a disponibilidade das leguminosas presentes em cada região, o tempo de colheita, a qualidade do material ensilado, entre outros. Além disso, são escassos os estudos envolvendo a aceitação de animais às silagens mistas de cana-de-açúcar com leguminosas. Mesmo que o uso de leguminosas possa melhorar o perfil fermentativo e nutricional das silagens de cana, o produto final pode não ser bem aceito pelos animais.

Diante do exposto, é notável que ainda há muito que ser estudado em relação à ensilagem de cana-de-açúcar com leguminosas. Esse pode ser um campo de pesquisa para muitos pesquisadores e de interesse para muitos produtores.

Referências

AJAYI, F. T. Effects of feeding ensiled mixtures of elephant grass (*Pennisetum purpureum*) with three grain legume plants on digestibility and nitrogen balance of West African Dwarf goats. **Livestock Science**, v. 142, n. 3, p. 80–84, 2011.

AMARAL, R. C. *et al.* Cana-de-açúcar ensilada com ou sem aditivos químicos: fermentação e composição química. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 38, n. 8, p. 1413–1421, 2009.

ANDRADE, J. B. *et al.* Seleção de 39 variedades de cana-de-açúcar para alimentação animal. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 40, n. 4, p. 287–296, 2003.

ANDRADE, J. B. *et al.* Valor nutritivo da silagem de cana-de-açúcar tratada com ureia e acrescida de rolão-de-milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 9, p. 1169–1174, 2001.

ARAKI, H. M. C. *et al.* Association of biological and chemical additives on nutrient composition, total losses, microbiological and fermentative profile of sugarcane silage. **Iranian Journal of Applied Animal Science**, v. 7, p. 577–584, 2017.

ARCANJO, A. H. M. *et al.* Silagem de leguminosas: revisão de literatura. **Nutritime**, v. 13, n. 03, p. 4702–4710, 2016.

- ATHAYDE, A. A. R. Avaliação de aditivos associados no processo de ensilagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*). **Nucleus**, v. 9, n. 2, p. 155–162, 2012.
- ÁVILA, C. L. S. *et al.* Chemical and microbiological characteristics of sugarcane silages treated with microbial inoculants. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n.1, p. 25–32, 2010.
- ÁVILA, C. L. S. *et al.* Effects of na indigenous and a commercial *Lactobacillus buchneri* strain on quality of sugar cane silage. **Grass and Forage Science**, v. 64, n. 1, p. 384–394, 2009.
- BALIEIRO NETO, G. *et al.* Óxido de cálcio como aditivo na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p. 1231–1239, 2007.
- BERNARDES, T. F. *et al.* Avaliação da queima e da adição de milho desintegrado com palha e sabugo na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 2, p. 269–275, 2007.
- BERNARDINO, F. S. *et al.* Produção e características do efluente e composição bromatológica da silagem de capim elefante contendo diferentes níveis de casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2185–2191, 2005.
- BOLSEN, K. K. *et al.* Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silages. **Journal of Dairy Science**, v. 75, n. 11, p. 3066–3083, 1992.
- BOLSEN, K. K. Silage: Basic principles. *In*: BARNES, R. F.; MILLER, D. A.; NELSON, C. J. (Eds). **Forages II: The science of grassland agriculture**. Iowa: Iowa State University Press, 1995. p. 163–178.
- BONOMO, P. *et al.* Potencial forrageiro de variedades de cana-de-açúcar para alimentação de ruminantes. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.31, p.53–59, 2009.
- BOTELHO, P. R. *et al.* Avaliação de genótipos de sorgo em primeiro corte e rebrota para produção de silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 9, n. 3, p. 287–297, 2010.
- CABRAL JÚNIOR, C. R. *et al.* Estabilidade aeróbica de silagens de cana-de-açúcar e gliricídia. **PUBVET**, v. 4, n. 40, p. 1–18, 2010.
- CARVALHO, B. F. *et al.* Effects of propionic acid and *Lactobacillus buchneri* (UFLA SIL 72) addition on fermentative and microbiological characteristics of sugar cane silage treated with or without calcium oxide. **Grass and Forage Science**, v. 67, n. 4, p. 462–471, 2012.
- CARVALHO, B. F. *et al.* Microbiological and chemical profile of sugar cane silage fermentation inoculated with wild strains of lactic acid bacteria. **Animal Feed Science and Technology**, v. 195, p. 1–13, 2014.

CONTRERAS-GOVEA, F. *et al.* Fermentability and nutritive value of corn and forage sorghum silage when in mixture with lablab bean. **Crop Science**, v. 51, n. 3, p. 1307–1313, 2011.

COUTINHO, J. O. *et al.* Efeito de aditivo em silagens de leguminosas forrageiras. **Ciência ET Praxis**, v. 8, n. 15, p. 53–57, 2015.

DANTAS C. C. O.; NEGRÃO, F. M. Fenação e ensilagem de plantas forrageiras. **PUBVET**, v. 4, n. 39, p. 1–18, 2010.

DEL VALLE, T. *et al.* Effects of xylanase on the fermentation profile and chemical composition of sugarcane silage. **The Journal of Agricultural Science**, v. 156, n. 9, p. 1123–1129, 2018.

FABRIS, L. B. *et al.* Composição bromatológica da silagem de dois cultivares de cana-deaçúcar tratadas com doses crescentes de cal virgem. **Revista Agrarian**, v. 6, n. 21, p. 333–339, 2013.

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**, 44, n. 21, p. 3103–3119, 2013.

FREITAS, A. W. P. *et al.* Characteristics of sugarcane silage treated with bacterial inoculant, sodium hydroxide or soybean crop residue. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 1, p. 48–59, 2006a.

FREITAS, A. W. P. *et al.* Evaluation of the nutritional quality of sugarcane silage treated with microbial additives and soybean crop residue. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 1, p. 38–47, 2006b.

GANDRA, J. R. *et al.* Chitosan improves the chemical composition, microbiological quality, and aerobic stability of sugarcane silage. **Animal Feed Science and Technology**, v. 214, p. 44–52, 2016.

GOMES, M. A. B. *et al.* Aerobic stability, chemical composition and ruminal degradability of sugarcane silage with glycerin from biodiesel. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 3, p. 1531–1544, 2015.

HOLZER, M. *et al.* The role of *Lactobacillus buchneri* in forage preservation. **Trends in Biotechnology**, v. 21, n. 6, p. 282–287, 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Municipal**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?=&t=resultados>. Acesso em: 07 de mai. 2019.

JACOVACI, F. A. *et al.* A data-analysis on the conservation and nutritive value of sugarcane silage treated with calcium oxide. **Animal Feed Science and Technology**, v. 225, p. 1–7, 2017.

KOEFENDER, E. **Enriquecimento da cana-de-açúcar com fontes de nitrogênio em agroecossistemas do Norte e Noroeste do Paraná.** Orientadora: Marília Terezinha Sangoi Padilha. 2010. 81 p. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

KUNG JÚNIOR, L.; STANLEY, R. W. Effect of stage of maturity on the nutritive value of whole-plant sugarcane preserved as silage. **Journal of Animal Science**, v. 54, n. 4, p. 689–696, 1982.

KUNG JÚNIOR, L. *et al.* The effect of *Lactobacillus buchneri* 40788 on the fermentation and aerobic stability of ground and whole high-moisture corn. **Journal of Dairy Science**, v. 90, n. 5, p. 2309–2314, 2007.

KUNG JÚNIOR, L. *et al.* Silage additives. In: **Silage Science and Technology.** BUXTON, D.R. *et al.* eds. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science of America, Madison, WI. 2003, p. 305–360.

LEHMEN, R. I. *et al.* Rendimento, valor nutritivo e características fermentativas de silagens de cereais de inverno. **Ciência Rural**, v. 44, n. 7, p. 1180-1185, 2014.

LIMA JÚNIOR, D. M. *et al.* Revisão de Literatura: Cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. **Revista Verde**. v. 5, n. 2, p. 13–20, 2010.

LIMA, G. F. C.; MACIEL, F. C. **Conservação de forrageiras nativas e introduzidas.** In: XVI Congresso Brasileiro de Zootecnia. Anais... Recife-PE: ABZ, 2006.

LIMA, J. A. *et al.* Valor nutritivo da silagem de cana-de-açúcar aditivada com hidróxido de cálcio. **Boletim de Indústria Animal**, v. 64, n. 4, p. 329–338, 2007.

LOPES, E. A. *et al.* Adição da leucena (*Leucaena leucocephala* Lam. cv. 1902) sobre os teores de proteína bruta e minerais na silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* cv. Napier). **PUBVET**, v. 4, n. 36, p. 1–7, 2010.

LOPES, J. *et al.* Valor nutricional da silagem de cana-de-açúcar acrescida de ureia e aditivos absorventes de umidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 1155–1161, 2007.

LOPES, J. L.; EVANGELISTA, A. R. Características bromatológicas, fermentativas e população de leveduras de silagens de cana-de-açúcar acrescidas de ureia e aditivos absorventes de umidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 39, p. 984–991, 2010.

MAGALHÃES, J. A. *et al.* Silagem mista de capim-elefante e leucena: proteína bruta e minerais. **PUBVET**, v. 5, n. 31, p. 1–8, 2011.

MARTINS, S. C. S. G. *et al.* Qualitative parameters of sugarcane silages treated with urea and calcium oxide. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 2, p. 1135–1144, 2015.

McDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. **The biochemistry of silage.** 2. ed. Marlow: Chalcomb Publications, 1991. 340 p.

- MONTEIRO, I. J. G. *et al.* Silagem de capim elefante aditivada com produtos alternativos. **Acta Scientiarum. Animal Science**, v. 33, n. 4, p. 347–352, 2011.
- NASCIMENTO, A. A. *et al.* **Impacto da qualidade da forragem na performance e saúde do animal.** In: III Simpósio Mineiro de Produção Animal e X Semana de Zootecnia, Anais... Diamantina, p. 74-76, 2015. Disponível em: http://acervo.ufvjm.edu.br/jspui/bitstream/1/1394/1/iii_simp_impacto.pdf. Acesso em: 19 jun. 2019.
- NUSSIO, L. G.; SCHMIDT, P. **Tecnologia de produção e valor alimentício de silagens de cana-de-açúcar.** In: II Simpósio Sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas, Anais... Maringá, 2004. p. 1–33.
- NUSSIO, L. G.; SCHMIDT, P.; PEDROSO, A. F. Silagem de cana-de-açúcar In: EVANGEISTA, A. R.; REIS, S. T.; GOMIDE, E. M. (Eds.). **Forragicultura e pastagens: Temas em evidência - Sustentabilidade.** Lavras: Editora UFLA, 2003. p. 49–72.
- PÁDUA, F. T. *et al.* Efeito da dose de uréia e período de tratamento sobre a composição do feno de *Paspalum notatum*. **Archivos de zootecnia**, v. 60, n. 229, p. 57–62, 2011.
- PAUL, N. M.; FUCK, M. P.; DALCIN, R. B. Trajetórias Tecnológicas do Etanol: do Proálcool à Alcoolquímica. **Espacios**, v. 33, n. 9, p. 1–7, 2012.
- PAZIANI, S. F. Cultivares de milho para silagem. **Nucleus**, Ituverava-SP, Edição Especial, p.15–27, 2009.
- PEDROSO, A. F. **Aditivos químicos e microbiano no controle de perdas e na qualidade de silagem de cana-de-açúcar (*Sccharum officinarum L.*).** Orientador: Luiz Gustavo Nussio. 2003. 120 f. Tese (Doutorado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.
- PEDROSO, A. F. *et al.* Fermentation and epiphytic microflora dynamics in sugar cane silage. **Scientia Agricola**, v. 62, n. 5, p. 427–432, 2005.
- PEDROSO, A. F. *et al.* Fermentation parameters, quality and losses in sugarcane silages treated with chemical additives and a bacterial inoculant. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 11, p. 2318–2322, 2011.
- PEREIRA, D. S. *et al.* Chemical composition and fermentative losses of mixed sugarcane and pigeon pea silage. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 41, e43709, 2019.
- PEREIRA, D. S. *et al.* Produção de forragens de cana-de-açúcar e feijão-guandu cultivados em monocultivo e consórcio. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 7, n. 4, p. 80–87, 2017.
- PEREIRA, L. E. T. *et al.* **Tecnologias para conservação de forragens: fenação e ensilagem.** Pirassununga: Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA), Universidade de São Paulo, 2015. 48 p.

- PEREIRA, L. G. R. *et al.* Conservação de alimentos. In: VOLTOLINI, T. V. (Ed.). **Produção de caprinos e ovinos no semiárido**. 1ed. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011, p. 201–217.
- RABELO, C. H. S. *et al.* Meta-analysis of the effects of *Lactobacillus plantarum* and *Lactobacillus buchneri* on fermentation, chemical composition and aerobic stability of sugarcane silage. **Grassland Science**. v. 65, n. 1, p. 3–12, 2019.
- REIS, R. A. *et al.* Suplementação proteica energética e mineral em sistemas de produção de gado de corte nas águas e nas secas. In: SANTOS, F. A. P.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. (Eds). **Pecuária de corte intensiva nos trópicos**. 1. ed. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 2004. p. 171–226.
- REZENDE, A. A. S. *et al.* Composição química e características fermentativas de silagens de cana-de-açúcar contendo farelo de babaçu. **Archivos de Zootecnia**, v. 60, n. 1, p. 1–9, 2011a.
- REZENDE, A. V.; RABELO, C. H. S.; RABELO, F. Perdas fermentativas e estabilidade aeróbia de silagens de cana-de-açúcar tratadas com cal virgem e cloreto de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 4, p. 739–746, 2011b.
- REZENDE, A. V. *et al.* Qualidade bromatológica das silagens de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) aditivadas com raspa de batata. **Ciência Agrotecnologia**, v. 33, n. 1, p. 292–297, 2009.
- RIBEIRO, L. S. O. *et al.* Composição química e perdas fermentativas de silagem de cana-de-açúcar tratada com uréia ou hidróxido de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 39, n. 9, p. 1911–1916, 2010.
- RIGUEIRA, J. P. S. *et al.* Níveis de glicerina bruta na ensilagem de cana-de-açúcar: perdas e valor nutricional. **Boletim de Indústria Animal**, v. 74, n. 4, p. 319–327, 2017.
- RODRIGUES, P. R. *et al.* Effect of additives on the physical and chemical characteristics of sugar cane silage. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 4, p. 2753–2762, 2015.
- ROTH, A. P. T. P. *et al.* Impact of days post-burning and lime as an additive to reduce fermentative losses of burned sugarcane silages. **Animal Feed Science and Technology**, v. 216, p. 68–80, 2016.
- SÁ NETO, A. *et al.* Silagem de milho ou de cana-de-açúcar com *Lactobacillus buchneri* exclusivamente ou em associação com *L.plantarum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 5, p. 528–535, 2013.
- SANTOS, A. B. *et al.* Vacas lactantes alimentadas com silagem de cana-de-açúcar com e sem aditivo bacteriano: consumo, digestibilidade, produção e composição do leite. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, p. 720–731, 2012.

- SANTOS, K. C. *et al.* Common bean residue as additive in sugarcane silage. **Revista Ciência Agronômica**, v. 49, n. 1, p. 159–166, 2018.
- SANTOS, M. V. F. *et al.* Fatores que afetam o valor nutritivo das silagens de forrageiras tropicais. **Archivos de Zootecnia**, v. 59, p. 25–43, 2010.
- SANTOS, W. C. C. *et al.* Nutritive value, total losses of dry matter and aerobic stability of the silage from three varieties of sugarcane treated with commercial microbial additives. **Animal Feed Science and Technology**, v. 204, p. 1–8, 2015.
- SCHIMIDT, P. *et al.* Composição química das silagens, ingestão, digestibilidade e comportamento ingestivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p. 1666–1675, 2007.
- SCHMIDT, P. *et al.* Novos aditivos microbianos na ensilagem de cana-de-açúcar: composição bromatológica, perdas fermentativas, componentes voláteis e estabilidade aeróbia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 3, p. 543–549, 2011.
- SILVA, G. W. V. *et al.* Degradabilidade in situ das silagens de variedades de cana-de-açúcar com aditivos. **Archivos de Zootecnia**, v. 63, n. 241, p. 171–182, 2014.
- SILVA, N. C.; REIS, J.; MAGALHÃES, R. Silagem consorciada de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e feijão guandu (*Cajanus cajan*) em diferentes proporções: produção e composição bromatológica. **Revista do Núcleo Interdisciplinar de Pesquisa e Extensão**, v. 8, n. 1, p. 213–222, 2011.
- SILVA, S. C. A cana-de-açúcar como alimento volumoso suplementar. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. (Eds). **Volumosos para bovinos**. Piracicaba: FEALQ, 1993. p. 59–74.
- SIQUEIRA, G. R. **Cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) ensilada com aditivos químicos e bacterianos**. Orientador: Ruben Pablo Schocken-Iturrino. 2005. 91 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.
- SIQUEIRA, G. R. *et al.* Influência da queima e aditivos químicos e bacterianos na composição química de silagens de cana-de-açúcar. **Archivos de Zootecnia**, v. 58, n. 221, p. 43–54, 2009.
- SIQUEIRA, G. R. *et al.* Óxido de cálcio e *Lactobacillus buchneri* NCIMB 40788 na ensilagem de cana-de-açúcar in natura ou queimada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 2347–2358, 2011.
- SIQUEIRA, G. R. *et al.* Perdas de silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos e bacterianos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 2000–2009, 2007.
- SIQUEIRA, G. R. *et al.* Queima e aditivos químicos e bacterianos na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 1, p. 103–112, 2010.

SIQUEIRA, G. R. *et al.* Uso da cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, n. 4, p. 991–1008, 2012.

SOUSA, D. P. *et al.* Efeito de aditivo químico e inoculantes microbianos na fermentação e no controle da produção de álcool em silagens de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 9, p. 1564–1572, 2008.

STELLA, L. A. *et al.* Composição química das silagens de milho e sorgo com inclusão de planta inteira de soja. **Boletim de Indústria Animal**, v. 73, n. 1, p. 73–79, 2016.

VALERIANO, A. R. *et al.* **Ensilagem de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) com ênfase no uso de aditivos**. Boletim técnico. Lavras: Editora UFLA, 2007. 20p.

VILELA, H. H. *et al.* Cana-de-açúcar ensilada com sal ou ureia. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 4, n. 1, p. 38–44, 2014.

ZANINE, A. M. *et al.* Efeito do farelo de trigo sobre as perdas, recuperação da matéria seca e composição bromatológica de silagem de capim mombaça. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 43, n. 6, p. 803–809, 2006.

ZANINE, A. M. *et al.* Evolution of elephant-grass silage with the addition of cassava scrapings. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 12, n. 12, p. 2611–2616, 2010.

Capítulo 11

Homeopatia em sistemas de produção animal

Patrizia Ana Bricarello, Giuliano Pereira de Barros, Renata Gondim Costa

Introdução

A homeopatia tem se difundido em todo o mundo nos últimos anos no tratamento e cuidados aos animais. Nos sistemas agroecológicos de produção o uso de medicamentos veterinários quimiosintéticos é restrito e utilizado somente em casos de risco de vida para o animal. Nestes sistemas a homeopatia veterinária é utilizada como ferramenta indispensável na prevenção e tratamento de doenças infecciosas, parasitárias, distúrbios comportamentais e reprodutivos. Atualmente, ela ganha novo impulso e mostra-se como opção viável ao utilizar recursos tecnológicos destinados à saúde dos seres vivos e à segurança alimentar, compartilhando dos princípios da agroecologia e da sustentabilidade ambiental. Segundo DE MEDIO (1993), a homeopatia dispõe de medicamentos que cumprem cabalmente com o requerido papel de promover o crescimento e preservar a saúde. A sua aplicação não implica risco ao consumidor e seu custo não aumenta o preço final do produto.

A ciência homeopática tem 220 anos de existência e desde as primeiras experimentações de Hahnemann, seu fundador, já haviam médicos veterinários diretamente envolvidos nos estudos de patogenesia dos medicamentos homeopáticos desenvolvidos na época. Dessa forma, experimentações clínicas também foram realizadas com animais por discípulos de Hahnemann e admiradores da ciência da época. Dr. Lux Wilhelm (1796-1849), cirurgião veterinário, foi um dos colaboradores para o Jubileu de Hahnemann em 1829, altura em que ele já estava praticando Homeopatia veterinária, em Leipzig, Alemanha. Lux empregou a Homeopatia na prática veterinária desde 1820 e foi um dos precursores da isopatia. Desenvolveu uma série de produtos patológicos de excreções e secreções, como o conteúdo de pústulas de ovelhas, de varíola bovina, de pele pruriginosa, do pus das úlceras sifilíticas e do pus das orelhas. Para estas preparações deu nomes como Otorrhinum, Variolinum, Anthraxinum, etc., e recomendou-os para a cura das mesmas doenças a partir do qual tinham sido tomadas as substâncias grosseiras.

Em 1796, em seu texto “Ensaio sobre um novo princípio”, Hahnemann afirmou sobre as diferenças nas respostas farmacológicas entre duas espécies de animais e mais ainda entre homens e animais, levantando já nesta época a polêmica da aplicação experimental em animais para medicar seres humanos (ROSENBAUM, 2005).

A utilização de moléculas sintéticas em animais de produção tem sido intensificada desde a década de 1980, principalmente devido ao aumento da lotação e tipos de sistemas de produção. O confinamento de animais e os sistemas intensivos da atualidade consideram os animais como máquinas para produção de ovos, carne, leite, lã e couro. Neste sentido, os sentimentos e angústias destes animais são completamente ignorados, demonstrando a falta da integralidade no contexto atual da saúde animal.

A indústria farmacêutica é a que mais lucra no setor de medicamentos veterinários e novas moléculas sintéticas são lançadas todos os anos. Neste âmbito, o setor de medicamentos veterinários destinados a ruminantes foi responsável por 56 % do faturamento em 2013 (BRICARELLO, 2015). Os riscos ambientais da excreção destas substâncias são negligenciados por completo pelos órgãos competentes e os prejuízos têm consequências desastrosas, levando a contaminação do solo, das águas, das pastagens e dos alimentos. A maioria dos anti-helmínticos utilizados em produção animal é classificada como de possível alto impacto, dependendo da forma de uso. O período de excreção máximo de resíduos é mais transitório em esterco de ovinos do que de bovinos, mas a excreção de níveis reduzidos pode continuar por mais tempo, estendendo os efeitos subletais das drogas no ambiente (BEYNON, 2012).

A presença de resíduos de medicamentos veterinários em produtos de origem animal pode trazer efeitos adversos prejudiciais ao organismo humano e ao ambiente. A ingestão cumulativa destes resíduos em longo prazo poderá causar acometimentos futuros e pouco tem sido divulgado atualmente. Neste sentido, a homeopatia aparece como uma alternativa ecológica e inerte de qualquer risco ambiental, reequilibrando o ambiente como um todo e melhorando a saúde de todo o sistema de forma completa.

A Homeopatia tem como princípio básico a utilização de medicamentos dinamizados. Na dinamização dessa preparação, a matéria oriunda desta substância impregna as moléculas do álcool ou açúcar utilizado no processo, determinando nestas suas impressões energéticas, sem alterar sua forma química. A Matéria Médica Homeopática apresenta diversos medicamentos que agem na cura de diversas doenças determinadas por agentes específicos (VIJNOVSKY, 2003). Os pacientes são medicados

com substâncias quimicamente inócuas, para os padrões alopáticos. Ainda não há estudos que constatem efeitos colaterais com o uso de medicamentos homeopáticos, como corriqueiramente se verifica em tratamentos com medicamentos alopáticos (CLAUSEN, ALBRECHT, MATHIE, 2013). Além disto, quando o homem manipula esses produtos, não existe qualquer possibilidade de contaminação para ele ou para os animais e vegetais tratados, enfim, para a natureza (BONAMIN, 2017). Com isto, é de se esperar uma melhoria na qualidade de vida, com o enriquecimento do ambiente e o restabelecimento da biodiversidade (MITIDIERO, 2002).

Os medicamentos homeopáticos não provocam danos aos animais, aos consumidores dos produtos de origem animal, nem ao meio ambiente, o qual é favorecido pelo menor uso de produtos químicos (ORJALES *et al*, 2016). A Homeopatia pode contribuir no combate ao desenvolvimento da resistência aos antibióticos e é recomendada pela União Europeia na produção orgânica de animais, sendo utilizada por um número significativo de produtores (FIXSEN, 2018).

Uma grande contribuição da Homeopatia para o ambiente é a de devolver ao solo excrementos sem resíduos que propiciem o desenvolvimento natural de insetos e microrganismos que são responsáveis pela transformação e incorporação da matéria orgânica no solo (ORJALES *et al*, 2016). Dessa forma, dá condições ao solo de ter saúde e produzir plantas equilibradas e saudáveis, que se constituirão ou se transformarão, juntamente com os animais que as consomem, em alimentos com mais qualidade para o consumo humano (MITIDIERO, 2002).

A Homeopatia veterinária tem sido utilizada na Grã-Bretanha desde 1900, e na América do Norte o seu uso tem aumentado nos últimos 20 anos. Nos Estados Unidos e no Canadá existe anualmente um curso profissional em Homeopatia veterinária (VOCKEROTH, 1999). Surge ainda como primeira opção de tratamentos nos sistemas de Produção Agroecológicos (MITIDIERO, 2002; ORJALES *et al*, 2016).

A Homeopatia não é uma proposta de mudança de domínio industrial, uma vez que seus métodos de produção são de conhecimento público. Com isto, os produtores podem construir seus próprios laboratórios, através de associações, cooperativas e outros, sendo necessário, no entanto, técnicos com especialização na área para manipular os medicamentos homeopáticos, bem como para prescrevê-los e garantir-lhes a eficácia (MITIDIERO, 2002).

Sistemas de produção agroecológicos

A agroecologia é um conjunto de princípios gerais aplicáveis aos sistemas agropecuários sustentáveis. Pode ser descrita como uma ciência que tem por objeto o estudo holístico dos agroecossistemas e que busca copiar os processos da natureza, empregando um enfoque de manejo de recursos naturais para condições específicas de propriedades rurais, respondendo pelas necessidades e aspirações de agricultores em determinadas regiões (ALTIERI, 2001).

Neste contexto, a produção animal busca romper com a máxima produtivista dos sistemas convencionais que considera os animais como sendo máquinas na indústria de alimentos. A criação animal agroecológica se baseia na construção de sistemas mais próximos aos encontrados na natureza para cada espécie, onde os animais possam expressar seu comportamento alimentar e reprodutivo e tendo seus ciclos de vida respeitados e livres de angústias que podem vir a ser responsáveis pelo seu adoecimento.

A agroecologia se caracteriza pela busca do equilíbrio energético, balanceando as entradas e saídas de componentes em seus sistemas de produção. O uso de insumos deve ser racional e preferencialmente de fontes internas à propriedade/território, integrando a produção animal e vegetal. Para além da substituição de insumos químicos e da superação da artificialização do manejo, a produção animal agroecológica precisa atender os aspectos externos à atividade, premissas da agroecologia, como: expandir a consciência pública, organizar os mercados e a infraestrutura produtiva, provocar mudanças institucionais (pesquisa, ensino, extensão) e ajudar na formulação de políticas públicas integradas e sistêmicas sob controle social, geradas a partir de organizações sociais conscientes e propositivas (SOARES, CAVALCANTE, JUNIOR, 2010).

O resultado esperado neste tipo de sistema é a produção de alimentos saudáveis para os seres humanos, aliada a conservação ambiental e ao bem-estar animal. As técnicas e tecnologias a serem adotadas na criação animal agroecológica devem promover a redução máxima da competitividade alimentar entre humanos e animais, com foco no uso de pastagens para ruminantes, diminuição na concentração de animais e de seus dejetos e a eliminação de resíduos sintéticos nos produtos finais e no ambiente, além da conservação da saúde do agricultor e sua família.

A Lei dos Orgânicos (Lei 10.831/03) foi regulamentada pelo Decreto nº 6323, de 27 de dezembro de 2007, e pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, por

meio de Instruções Normativas, sendo estas as responsáveis por orientar as práticas e processos de manejo na produção animal no Brasil. Todo produto intitulado ecológico, biodinâmico, natural, regenerativo, biológico, agroecológico, permacultivado e outros, são nomeados pela lei como Produto Orgânico (BRASIL, 2003).

A produção agroecológica de alimentos vem crescendo em todo mundo, impulsionada principalmente pela exigência dos consumidores quanto à segurança dos alimentos, a preservação ambiental e o advento de novas doenças de origem alimentar. Desde 2009, o Brasil figura na perigosa liderança do ranking mundial de consumo de agrotóxicos, com liberações massivas de mais de 400 moléculas no ano de 2019. Parte do aumento no consumo de orgânicos pode ser interpretada como uma reação ao alto grau de contaminação dos alimentos. Segundo o site do projeto Organics Brasil¹ (2016), as taxas de crescimento dos orgânicos registradas globalmente nos últimos anos ficaram entre 5 % e 11 %, enquanto que o crescimento do setor no Brasil foi de 25 % em 2015 e agora deve passar de 30 %. Ou seja, o mercado está crescendo em ritmo acelerado no Brasil, embora o país ainda represente menos de 1 % da produção e do consumo de produtos orgânicos no mundo.

Os principais elementos a serem observados para que uma criação animal seja considerada agroecológica estão baseados no controle biológico do sistema: o uso do manejo de conservação de solo e de água, a produção eficaz de pastagens diversificadas (por exemplo, Pastoreio Racional Voisin), suplementação protéica em fases/categorias específicas, disponibilidade de forragens variadas e frescas, silagem ou fenação produzidas na propriedade ou de fazendas orgânicas. São permitidos aditivos naturais para ração e silagem (algas, plantas medicinais, aromáticas, soro de leite, leveduras, cereais, outros farelos), no entanto a aquisição de alimentos não orgânicos não deve ultrapassar 20 % do total da matéria seca para animais monogástricos e até 15 % para ruminantes. Recomenda-se a mineralização com sal marinho e o uso de suplementos vitamínicos obtidos de produtos como óleo de fígado, peixe e leveduras (DAROLT, 2001; RAHMANN *et al*, 2006).

No que tange a infraestrutura da criação deve se observar que as instalações estejam adequadas, gerando conforto, saúde e bem-estar aos animais, permitindo que expressem

¹ Organics Brasil é um programa de promoção internacional dos produtores orgânicos sustentáveis, fomentado pela Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos, Apex-Brasil, com direção executiva do Instituto de Promoção do Desenvolvimento, IPD.

o comportamento natural da espécie. É recomendada a monta natural para reprodução e o desmame natural (DAROLT, 2001). A formação do rebanho, a reprodução e sua recomposição, devem ser seletivas no sentido de buscar animais/raças resistentes e adaptados ao meio. Ações preventivas em saúde devem ser o norte das atividades sanitárias em rebanhos agroecológicos. Para isso é necessário unir os esforços em aprimorar a refratariedade dos animais, a adequação do ambiente em que vivem e a oferta de alimento adequada e suficiente. Para além das intervenções sanitárias obrigatórias (a vacinação é a principal) a interferência veterinária deve se circunscrever preferencialmente na administração de bioativos e no uso da Homeopatia (DAROLT, 2001; RAHMANN *et al*, 2006). O uso de antiparasitários sintéticos como prevenção de enfermidades parasitárias não é permitido na agroecologia e nem mesmo antibiótico para prevenção de infecções bacterianas (RAHMANN *et al*, 2006).

As parasitoses são enfermidades comuns aos sistemas de produção extensivos, agroecológicos ou não, enquanto que convencionalmente estas afecções podem ser controladas por produtos químicos de síntese e pela restrição dos animais ao confinamento. Na agroecologia são os cuidados profiláticos, nutricionais e de manejo, aliados a fitoterapia e a Homeopatia, as bases de ação sanitária.

O consumo de alimentos agroecológicos de origem animal possui grande possibilidade de expansão. Estes alimentos, apesar de pouco disponíveis, tem no Brasil condições extremamente favoráveis para sua produção. A criação de ruminantes a pasto é adequada aos princípios agroecológicos, pois respeita as características intrínsecas dos animais e permite um manejo dentro das normas de produção orgânica. Os maiores desafios para a expansão da criação animal agroecológica são os entraves burocráticos para a certificação e a legislação sanitária para esta área, a dificuldade de obtenção dos insumos adequados (pelo elevado preço ou mesmo pela ausência dos mesmos no mercado) e o controle sanitário de rebanhos.

Conhecendo a Homeopatia

A Homeopatia apresenta-se como um sistema terapêutico com sólida estrutura científica, fundamentos transparentes e de fácil entendimento e reprodução (PUSTIGLIONE, 2010). Hahnemann definiu quatro princípios da homeopatia, que são: lei dos semelhantes, experimentação no ser humano sadio, doses infinitesimais e

medicamento único. A seguir listamos os principais fundamentos teóricos da doutrina homeopática:

Lei dos semelhantes

A medicina homeopática tem como um dos fundamentos a máxima citada há 2.500 anos por Hipócrates, de que as enfermidades poderiam ser curadas por meio da “lei dos semelhantes”. Estes conceitos foram retomados por Hahnemann que deu uma conotação mais específica para designar uma forma de tratamento que se baseava no uso da semelhança como princípio. Na Homeopatia o uso dos semelhantes consiste em utilizar um medicamento que quando aplicado em um indivíduo são sob experimentação, manifeste os mesmos sintomas apresentados pelo doente (ROSENBAUM, 2005).

Desde Hipócrates, comentava-se sobre o conceito de totalidade sintomática, na qual deve ser considerado todo o estado patológico como fenômeno geral e os sintomas locais, como manifestações secundárias, não podendo ocorrer desvinculação do doente com a doença. A grande especialização da medicina veterinária nas últimas décadas tornou-se uma prática fragmentada que não permite observar a dinâmica da totalidade dos distúrbios que ocorrem nos animais. Se tomarmos como exemplo um caso de mastite subclínica em uma vaca de alta produção, por que levar em considerações todos os sintomas se o que deve ser curado é apenas a glândula mamária? A resposta é que quando tentamos curar um quadro clínico como uma mastite, devemos estar atentos a todos os sintomas apresentados pelo animal e não só aos sintomas que a inflamação no teto ocasionou. A partir da análise da totalidade sintomática, inclusive aqueles comuns que uma mastite acarreta, podemos chegar a um medicamento que cure a mastite, mas não só ela. Se não forem curados todos os sintomas apresentados antes de a mastite propriamente dita aparecer, provavelmente a vaca terá uma nova mastite, já que quando se trata o sintoma ou uma doença específica, acontece apenas um alívio temporário, sem a real cura da enfermidade geral. De acordo com BAROLLO (1996), o processo de doença e cura é regulado por uma lei biológica e imutável. Todas as vezes que atuamos terapêuticamente sobre um determinado sintoma ou doença sem considerarmos o todo, estamos colocando em risco as funções dos demais órgãos e sistemas de nosso corpo. Somos um todo dinâmico e indivisível e sempre que tocamos ou agimos em um ponto isolado, todo o resto do organismo se resente e reage.

Para Hipócrates, dois princípios básicos poderiam ser utilizados para o restabelecimento da saúde. O princípio dos contrários (*Contraria Contrariis Curentur*), consolidado por Galeno (129-199 d.C.), em que os sintomas são tratados com medidas contrárias a eles; e o princípio dos semelhantes (*Similia Similibus Curentur*), reavivado por Paracelso (1493-1591) e consolidado por Samuel Hahnemann, que entendia que uma enfermidade poderia ser tratada pelo semelhante (ROSENBAUM, 2005). Assim, se desejamos curar uma diarreia em um bezerro, devemos escolher um medicamento que apresente a força medicinal que se assemelhe à força mórbida da enfermidade. Hahnemann chamou isso de “doença artificial”.

Nos parágrafos 63 e 64 do *Organon da arte de curar*, Hahnemann estipula o mecanismo universal de ação das drogas, sistematizando-o: “todo medicamento causa certa alteração no estado de saúde humano pela sua ação primária; a esta ação primária do medicamento, o organismo opõe sua força de conservação (homeostase), chamada ação secundária ou reação vital, no sentido de neutralizar o distúrbio inicial”. Observando que esta “ação secundária ou reação vital do organismo” poderia ser empregada de forma curativa, Hahnemann propôs um modelo terapêutico no qual se administra ao indivíduo doente um medicamento que causou (experimentação em indivíduos sadios) sinais e sintomas semelhantes aos seus, com o intuito de estimular uma reação do organismo contra a própria doença. Desta forma surge o princípio terapêutico pela similitude: “todo medicamento capaz de despertar determinados sinais e sintomas no indivíduo sadio, pode curar esses mesmos sinais e sintomas no indivíduo doente”. Assim fundamentado, Hahnemann passou a experimentar uma série de substâncias em indivíduos considerados “sadios”, anotando todos os sinais e sintomas (ações ou efeitos primários, efeitos patogênicos) que neles surgissem, confeccionando com isto a *Matéria Médica Homeopática* (TEIXEIRA, 2009).

Experimentação no homem são e utilização de doses mínimas

As experimentações em indivíduos saudáveis são realizadas pelos homeopatas há mais de dois séculos e dessa forma se propõem a estudar e conhecer todos os efeitos e propriedades de cada substância. As experimentações na saúde são realizadas por meio de ensaios repetidos em um mesmo indivíduo e em vários indivíduos diferentes, aplicando uma substância de cada vez e sempre administrando em doses mínimas o

suficiente para que as alterações na saúde se manifestem. A forma como a substância age na alteração da saúde revela o seu potencial no tratamento de uma doença. O medicamento homeopático deve ser diluído, atenuado e dinamizado. A diluição incrementa a atividade medicamentosa, liberando a energia curativa das substâncias.

Prescrição de um medicamento

A ciência homeopática avalia experimentalmente uma substância simples por vez e, portanto, Hahnemann preconizou o uso de medicamento único no tratamento dos doentes. Suas recomendações podem ser observadas ao longo do *Organon da Arte de Curar*, em especial nos parágrafos, 24, 169, 184, 258, 273 e 274.

Cada medicamento homeopático apresenta em sua “matéria médica” sintomas mentais e outros sintomas de todos os sistemas do organismo: respiratório, circulatório, digestivo, urinário, genital etc. É possível tratar de um paciente e de todos os seus males com um único remédio. De modo geral, não se obterá de uma vez a cura, mas uma transformação do quadro sintomático, que exigirá então outro remédio. O uso de medicamento único é chamado de unicismo que pode ser definido como o não uso de mais de um medicamento homeopático ao mesmo tempo. O unicismo não exclui a ingestão sucessiva de diferentes medicamentos. Este princípio considerado intangível por Hahnemann, não obtém a unanimidade dos homeopatas contemporâneos.

Vitalismo

A corrente filosófica chamada vitalista mostra que há uma realidade além da biológica, que podemos chamar de vibracional, energética ou até mesmo espiritual, que deve ser considerada quando observamos se o animal caminha para a saúde ou para a doença. O vitalismo é uma doutrina biológica que considera uma força vital que conduz todos os fenômenos nos indivíduos enfermos e nos saudáveis. Nesta visão vitalista, devemos compreender a dinâmica da totalidade sintomática, analisando o doente em todos os seus aspectos de forma a cobrir todos os sintomas que afetam à saúde. Para a Homeopatia todas as patologias têm relação com o estado psicamental do indivíduo e isso não poderia ser diferente para os animais (ROSENBAUM, 2002).

A concepção vitalista do processo saúde-doença considera que a força vital é afetada e esta denominação pode ser chamada ou substituída modernamente por eixo psico-neuro-endócrino-imunitário, que desequilibrada impõe ao organismo distúrbios de funções reconhecidos como sintomas (PUSTIGLIONE, 2010).

Idiosincrasia e Suscetibilidade

O tratamento homeopático é fundamentado na individualidade e apresenta medicações indicadas segundo aspectos totalmente individuais para cada caso. Todas as reações do organismo obedecem a um idiossincrático, isto é, faz parte de uma suscetibilidade interna e de uma resposta individual. A idiosincrasia é a forma particular de exercer as funções fisiológicas do organismo, como por exemplo, comer, beber, respirar, evacuar, digerir, dormir, viver. As reações biológicas no sistema imune podem nos mostrar que cada indivíduo é diferente, tanto para adoecer quanto para se curar. Se considerarmos as respostas individuais e os aspectos particulares da suscetibilidade, observaremos que a Homeopatia tem como base o tratamento do doente e não das doenças.

Repertório e Matéria Médica

A Homeopatia está fundamentada em um trabalho literário de natureza científica, fruto do trabalho coletivo de inúmeros experimentadores, que registraram os sintomas produzidos neles mesmos e observações de curas clínicas. A escolha do medicamento homeopático é realizada através do uso do Repertório Homeopático e da Matéria Médica Homeopática. O repertório é um índice, um dicionário de sintomas das matérias médicas e das experiências clínicas dos homeopatas. O uso do repertório constitui-se uma maneira rápida e prática para a escolha do medicamento. A Matéria Médica apresenta a descrição das experimentações realizadas com indivíduos saudáveis. Repertório e Matéria Médica são complementar um ao outro (RIBEIRO FILHO, 2014).

Sentimentos em animais

É difícil avaliar as condições mentais nos animais, porém são aspectos importantes na escolha do medicamento homeopático. Na agricultura moderna de confinamento, podemos ver claramente as falhas que ocorrem em suprir a natureza do animal, causando angústias e sofrimentos que posteriormente serão transformados em sintomas e doenças. Segundo ROLLIN (2007), não suprir os aspectos da natureza animal importa mais para o animal que a dor física. KILGOUR (1878) reportou que bovinos mostram mais sinais de estresse quando introduzidos em um rebanho de animais estranhos que quando são incitados com choque elétrico. A palavra “dor” simplesmente não captura as inúmeras maneiras em que diferentes tratamentos afetam os animais (ROLLIN, 2007). É necessário observação, paciência e sensibilidade para reconhecer esses estados nos animais e assim traduzir para sintomas mentais passíveis de serem amenizados pelo uso de substâncias homeopáticas. Na conduta homeopática torna-se essencial compreender onde ocorre o desequilíbrio para então resgatar o equilíbrio da unidade produtiva como um todo, pois os sintomas físicos muitas vezes irão demonstrar somente parte do problema.

A evidência de que os animais sentem dor se confirma pelo fato que estes evitam ou tentam escapar de um estímulo doloroso (LUNA, 2008). Na visão homeopática, os sintomas mentais que serão evidenciados num quadro de dor, poderão ser de caráter ou de modalidades diferentes em cada indivíduo, sendo expressa em sintomas mentais como medo, angústia, ansiedade, tristeza, apatia, agressividade.

Homeopatia na saúde animal

A utilização de medicamentos homeopáticos na saúde animal tem aumentado muito nos últimos anos, tanto em animais de companhia quanto em animais de produção. Seu uso tem sido em boa parte através de complexos comerciais com diferentes medicamentos/potências ou através do uso de medicamentos homeopáticos manipulados, administrados por via oral em gotas, glóbulos ou pó. A Homeopatia fundamentalmente considera a individualidade e a totalidade sintomática do paciente e não apenas a doença isolada em si. Cada indivíduo reage de uma forma particular às influências do ambiente em que está inserido, de acordo com suas peculiaridades e suscetibilidades.

Na saúde animal, uma modalidade terapêutica utilizada para atendimento a rebanhos é o Gênio Epidêmico, cujos componentes desta população são avaliados como um organismo único dentro de sua identidade coletiva e realidade comum. Gênio Epidêmico é o estudo dos sintomas gerais de um surto infeccioso em determinada população. Analisando um conjunto de sintomas em termos de grupo, é possível encontrar o medicamento homeopático que terá não somente a função de prevenir como também de curar todos os indivíduos que sofrem ou possivelmente possam vir a sofrer da epidemia em questão. A investigação para a escolha do medicamento deve ser grupal, buscando as particularidades da doença que atinge determinada população, principalmente no caso de uma doença infecciosa. A investigação é o elemento aprofundado por Hahnemann no parágrafo 100 do Organon da Arte de Curar, quando se refere às doenças epidêmicas. Quando se tem escolhido o medicamento do Gênio Epidêmico de uma determinada doença, esse será indicado para todos os indivíduos que se encontram na área de risco, buscando assim a diminuição do aparecimento de novos casos e, no caso de novas ocorrências, a redução da gravidade dos sintomas e das mortes.

Em uma revisão sistemática realizada recentemente sobre o uso da Homeopatia em doenças parasitárias dos animais, ALEIXO *et al* (2014), selecionou 39 artigos científicos publicados desde 2000, que incluíram o uso de medicamentos homeopáticos no tratamento de infestações por artrópodes, de infecções por helmintos e de doenças causadas por protozoários. Os autores observaram que, em modelos experimentais ou em tratamentos dos animais, os medicamentos homeopáticos apresentaram resultados clínicos promissores. No entanto, uma parcela dos artigos analisados não é passível de repetibilidade, devido às condições experimentais não serem completamente controladas nos ensaios. Vários autores conduziram ensaios clínicos utilizando fórmulas comerciais, porém sem mencionar a composição e/ou dinamização. Descrições precisas e completas da metodologia permitem que diferentes pesquisadores possam reproduzir as experiências, contribuindo para o debate sobre os efeitos dos medicamentos homeopáticos (ALEIXO *et al*, 2014).

Os nosódios e bioterápicos têm sido muito utilizados principalmente no controle de endo e ectoparasitas de animais de produção, popularizando a Homeopatia. Atualmente alguns produtores têm utilizado a Homeopatia na forma de complexos comerciais que são adicionados no sal mineral ou na ração, vendidos em agropecuárias. Normalmente, estes preparados são complexos produzidos com vários nosódios e/ou medicamentos

homeopáticos, administrados conjuntamente. Esta forma de uso pode levar a dependência de insumos comerciais externos que devem ser evitados na agroecologia. Neste sentido, os bioterápicos podem ser preparados pelos homeopatas que assistem às propriedades, de forma a não gerar novos insumos externos. O que diferencia um bioterápico de um medicamento homeopático é que no primeiro não foi realizada a experimentação em indivíduos sadios. Seu uso consiste no preparo da substância medicamentosa utilizando o indivíduo alvo, geralmente no estágio parasitário que causa a lesão e preparados de acordo com a Farmacopéia Homeopática Brasileira.

A verminose em pequenos ruminantes é um grande desafio em sistemas orgânicos de produção, afetando a saúde e o bem-estar dos animais. A prevenção e o controle de enfermidades parasitárias nestes sistemas devem ter como base o diagnóstico e monitoramento das infecções, o manejo de pastagens para reduzir a contaminação do ambiente pelas larvas infectantes de nematoides, a melhoria da resistência individual através de cruzamentos seletivos/uso de raças resistentes e o manejo nutricional adequado principalmente em ovelhas e cabras no periparto e em animais jovens em crescimento.

Existem experiências de sucesso no tratamento de parasitoses com medicamentos homeopáticos ou bioterápicos (ZACHARIAS *et al*, 2008; NOVO *et al*, 2014). Em outros estudos não foram observados efeitos na redução da quantidade de ovos detectados no exame de fezes (ovos por grama de fezes, OPG) (CABARET, 2002). No entanto, experimentos utilizando medicamentos homeopáticos em ovinos com verminose demonstraram efeito no ganho de peso dos grupos medicados, apesar da ausência de diferenças em relação às contagens de OPG. Os animais foram tratados com medicamentos homeopáticos como *Ferrum phosphoricum*, *Arsenicum album* e *Mercurius solubilis* e comparados ao grupo controle (CAVALCANTI, ALMEIDA, DIAS, 2007). Recentemente, PACHECO *et al* (2019) relataram o sucesso da homeopatia complexista no tratamento anti-helmintico contra *Cooperia* sp. e também na redução da eliminação de ovos de Trichostrongylidae em ovelhas no periparto. Além disso, os animais submetidos ao tratamento homeopático obtiveram maior peso corporal e menor contagem de leucócitos quando comparado aos animais do grupo controle.

Além das verminoses, os pequenos ruminantes possuem outras doenças, como o “foot rot” ou podridão dos cascos. Esta é uma enfermidade que apresenta grande importância dentro da criação de ovinos. O “foot rot” é uma doença bacteriana, contagiosa, crônica, necrosante, da epiderme interdigital e matriz do casco dos ovinos. O

quadro clínico é caracterizado por claudicação, com conseqüente perda de peso, queda na produção de lã e dificuldade reprodutiva em carneiros. Em casos iniciais da doença se observa uma leve dermatite interdigital, a qual progride para uma ferida que apresenta secreção sanguinolenta e odor desagradável. Em casos mais graves ocorre deslocamento do casco (KENNANA *et al*, 2011). As feridas oriundas da invasão dos tecidos moles por estas bactérias são portas de entrada para a ocorrência de miíases, como observado por SEUGLING *et al* (2016) e BARROS *et al* (2018). O tratamento homeopático pode ser empregado no controle desta importante doença, como evidenciou ADAMCZUK *et al* (2013) em um estudo que acompanhou um rebanho ovino por um ano e no qual foi constatada uma diminuição na ordem de 90 % da incidência de casos de foot rot nos ovinos estudados.

Outra importante enfermidade que acomete os animais zootécnicos é a miíase. Miíases são lesões ocasionadas pelo parasitismo da forma larval de dípteros aos tecidos de animais de sangue quente (BRITO *et al*, 2008). No Brasil, a *Cochliomyia hominivorax* é a principal mosca causadora de miíases primárias. Por ser biontófaga obrigatória, suas miíases são demasiadamente cruentas, causando severos danos ao bem-estar animal. O controle de miíases em animais baseado unicamente em bases químicas sintéticas culminou no surgimento de dípteros resistentes à sua ação (LOPES *et al*, 2013) e ao acúmulo de resíduos tóxicos no ambiente e nos produtos de origem animal, repercutindo na deterioração dos agroecossistemas e agravos na saúde humana. (LUMARET *et al*, 2012). Recentemente, foi relatado sucesso em inibir o desenvolvimento de larvas de *C. hominivorax* com medicamentos homeopáticos (BARROS, SEUGLING, BRICARELLO, 2019). Neste ensaio em questão, os medicamentos *Sulphur* 12 CH e *Pyrogenium* 12 CH apresentaram inibição do desenvolvimento das larvas deste díptero.

O modo de ação da Homeopatia se baseia em uma anamnese completa de toda propriedade rural e o desenvolvimento dos princípios da agroecologia na sua mais pura essência. Isso requer tempo e disposição do agricultor para pensar sobre todo o processo produtivo a fim de detectar as fontes de suscetibilidade e desenvolver o equilíbrio do sistema de produção.

Conclusões

A Homeopatia apresenta condições de tratar qualquer ser vivo no organismo agropecuário, seja ele o solo, a planta, o animal e o homem, atingindo todos de forma holística. No entanto, a saúde integral dos rebanhos somente poderá ser alcançada através do desenvolvimento de práticas conjuntas que visem melhorar o desenvolvimento da resposta imune, a higiene do ambiente, o bem-estar animal, a qualidade nutricional dos alimentos e a organização por parte dos produtores rurais.

Referências

- ADAMCZUK, J. V. *et al.* Uso de homeopatia no controle de foot rot em ovinos. **Revista Thêma et Scientia**, v. 3, n. 2, p. 134–136, 2013.
- ALEIXO, D. L. *et al.* Homeopathy in parasitic diseases. **International Journal High Dilution Research**, v. 13, n. 46, p. 13–27, 2014.
- ALTIERI, M. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. Porto Alegre: Editora Universidade/UFRGS, 2001.
- BAROLLO, C.R. **O que é... Como é... e o Porquê da Homeopatia**. 1ª Ed. São Paulo: Robe Editorial. 1996. 73 p.
- BARROS, G. *et al.* Ocorrência de miíases em ovinos em Florianópolis, SC, Brasil: fatores predisponentes e locais afetados. *In: XX Congresso Brasileiro de Parasitologia Veterinária*, 2018, Londrina. **Anais do XX Congresso Brasileiro de Parasitologia Veterinária**. Jaboticabal: CBPV, 2018.
- BARROS, G.; SEUGLING, J.; BRICARELLO, P. A. Effect of Homeopathic Medicines and a Nosode on Larvae of *Cochliomyia hominivorax* (Diptera:Calliphoridae). **Homeopathy**. v. 108, n. 3, p. 177–182, 2019.
- BEYNON, S. A. Potential environmental consequences of administration of anthelmintics to sheep. **Veterinary Parasitology**, v. 189, n. 1, p. 113–124, 2012.
- BONAMIN, L. V. A solidez da pesquisa básica em homeopatia. **Revista de Homeopatia**, v. 80, n. 1/2, p. 89–97, 2017.
- BRASIL. Lei nº 10831, de 23 de dezembro de 2003. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 dez. 2003.
- BRICARELLO, P. A. Prejuízos causados pelas helmintoses em ruminantes. *In: COSTA, L. M.; AMARANTE, A. F. T. Controle de helmintos de ruminantes no Brasil*. Jundiaí: Paco Editorial, p. 15–38, 2015.

BRITO, L. G. *et al.* Manual de identificação, importância e manutenção de colônias estoque de dípteras de interesse veterinário em laboratório. **Embrapa Documento 125**, p. 25, 2008.

CABARET, J.; BOUILHOL, M.; MAGE, C. Managing helminthes of ruminants in organic farming. **Veterinary Research**, v. 33, p. 625–640, 2002.

CAVALCANTI, A.S.R.; ALMEIDA, M.A.O.; DIAS, A.V.S. Efeito de medicamentos homeopáticos no número de ovos de nematódeos nas fezes (OPG) e no ganho de peso de ovinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 8, n. 3, p. 162–169, 2007.

CLAUSEN, J.; ALBRECHT, H.; MATHIE, R. T. Veterinary clinical research database for homeopathy: placebo-controlled trials. **Complementary Therapies in Medicine**, v. 21, n. 2, p. 115–120, 2013.

DAROLT, M. R. Planeta orgânico, 2002. **Pecuária Orgânica: Procedimentos básicos para um bom manejo da criação**. Disponível em: www.planetaorganico.com.br. Acesso em: 18 set. 2016.

DE MEDIO, H. **Introducción a la Veterinaria Homeopática**. Editorial Albatros, Buenos Aires, 1993. 190 p.

FIXSEN, A. Homeopathy in the Age of Antimicrobial Resistance: Is It a Viable Treatment for Upper Respiratory Tract Infections? **Homeopathy**. 2017. DOI <https://doi.org/10.1055/s-0037-1621745>.

KENNAN, M. R. *et al.* The pathogenesis of ovine footrot. **Veterinary Microbiology**, v. 153, n. 1-2, p. 59–66, 2011.

KILGOUR, R. The application of animal behavior and the humane care of farm animals. **Journal of Animal Science**, v. 46, n. 5, p. 1478–1501, 1978.

LOPES, W. D. Z. *et al.* Ivermectina e abamectina em diferentes doses e vias de aplicação contra larvas de *Cochliomyia hominivorax* em bolsas escrotais de bovinos recém-castrados, provenientes da região sudeste do Brasil. **Ciência Rural**, v. 43, n. 12, p. 2195–2201, 2013.

LUMARET, J. P. *et al.* Review on the Toxicity and Non-Target Effects of Macrocyclic Lactones in Terrestrial and Aquatic Environments. **Current Pharmaceutical Biotechnology**, v. 13, n. 6, p. 1004–1060, 2012.

LUNA, S. P. L. Dor, senciência e bem-estar em animais. **Ciência Veterinária nos Trópicos**, v. 11, p. 17–21, 2008.

MITIDIERO, A. M. A. **Potencial do uso de homeopatia, bioterápicos e fitoterapia como opção na bovinocultura leiteira: avaliação dos aspectos sanitários e de produção**. Orientador: José Antônio Ribas Ribeiro. 2002. 132 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

- NOVO, S. M. F. *et al.* Isotherapeutic for the control of the cattle tick. **International Journal High Dilution Research**, v. 13, n. 48, p. 165–171, 2014.
- ORJALES, I. *et al.* Use of homeopathy in organic dairy farming in Spain. **Homeopathy**, v. 105, n. 1, p. 102–108, 2016.
- PACHECO, P. A. *et al.* Evaluation of Parasitological Homeopathic Complex in the Control of Gastrointestinal Nematodes in Peripartum Sheep. **Homeopathy**, v. 108, n. 4, p. 248–255, 2019.
- PUSTIGLIONE, M. **O Organon da Arte de Curar de Samuel Hahnemann para o século 21**. São Paulo: Editora Organon, 2010. 286 p.
- RAHMANN, G., SEIP, H. Alternative strategies to prevent and control endoparasite diseases in organic sheep and goat farming systems: a review of current scientific knowledge. in: **Ressortforschung für den Ökologischen**. Landbau. 2006.
- RIBEIRO FILHO, A. **Repertório de Homeopatia**. 2ª Edição. São Paulo: Editora Organon, 2014. 1884 p.
- ROLLIN, B. E. Animal mind: science, philosophy, and ethics. **The Journal of Ethics**, v. 11, n. 3, p. 253–274, 2007.
- ROSENBAUM, P. **Fundamentos de homeopatia para estudantes de medicina e de ciências da saúde**. São Paulo: Roca, 2002. 462 p.
- ROSENBAUM, P. **Homeopatia, medicina sob medida: fundamentos, abrangência, perspectivas e saúde**. São Paulo: Publifolha, 2005.
- SEUGLING, J. *et al.* **Fatores predisponentes para ocorrência de miíases em ovinos em Florianópolis, SC**. In: XIX Congresso Brasileiro de Parasitologia Veterinária, 2016, Belém. Anais..., 2016.
- SOARES, J. P.; CAVALCANTE, A. C. R.; JUNIOR, E. V. H. **Agroecologia e sistemas de produção orgânica para pequenos ruminantes**. Embrapa Caprinos e Ovinos, 2010.
- TEIXEIRA, M. Z. Homeopathy: a preventive approach to medicine? **International Journal of High Dilution Research**, v. 8, n. 29, p. 155–172, 2009.
- VIJNOVSKY, B. **TRATADO DE MATÉRIA MÉDICA HOMEOPÁTICA**. 1. Ed. [s.l.] : Editora Organon, 2003.
- VITHOULKAS, G. **Homeopatia Ciência e Cura**. Círculo do Livro. 1980.
- VOCKEROTH, W. G. Veterinary homeopathy: an overview. **The Canadian veterinary journal = La revue veterinaire canadienne**, v. 40, n. 8, p. 592–4, 1999.
- ZACHARIAS, F. *et al.* Effect of homeopathic medicines on helminth parasitism and resistance of *Haemonchus contortus* infected sheep. **Homeopathy**, v. 97, n. 3, p. 145–151, 2008.

Capítulo 12

Pesquisa solidária e participativa em assentamento de reforma agrária: as potencialidades e desafios na construção da agroecologia, no manejo do rebanho leiteiro, das pastagens e do solo

Paula Lima Romualdo, Daniely de Cássia Deliberali, Ivo Jucksch,
Irene Maria Cardoso

Introdução

O Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST) foi organizado no ano de 1984, e as várias manifestações pela democracia, que figuravam no cenário nacional com o fim da ditadura militar, contribuíram para sua consolidação. Durante a ditadura os movimentos sociais rurais que reivindicavam a terra, a reforma agrária e a mudança geral na sociedade foram severamente reprimidos e não houve debate da questão agrária, tanto conceitual quanto política (STEDILE, FERNANDES, 2000; DELGADO, 2005; STEDILE, ESTEVAM, 2012). Atualmente o MST está organizado em 24 estados nas cinco regiões do país, totalizando 350 mil famílias assentadas, 1,9 mil associações, 100 cooperativas e 96 agroindústrias. Estas famílias conquistaram a terra por meio da luta e da organização dos trabalhadores rurais (MST, 2019).

Os assentamentos de reforma agrária impactam positivamente os municípios onde se inserem, visto que as famílias assentadas dinamizam o comércio local, geram novas formas de sociabilidade, novas formas organizativas e ofertam maior diversidade e qualidade de produtos nos mercados locais (LEITE *et al*, 2004). Portanto, não apenas a terra, mas trabalho, produção de alimentos, renda e união da família são também conquistas e frutos da luta pela reforma agrária.

A conquista da terra, todavia, impõe aos assentados inúmeros desafios, incertezas e expectativas, dentre elas a produção econômica. Após a conquista da terra, inicia-se uma nova luta, agora pela consolidação da posse da terra, pela obtenção de condições econômicas e sociais mais favoráveis ao estabelecimento destes trabalhadores rurais enquanto agricultores. Após a conquista da terra são incertas as condições de permanência no assentamento e os assentados se deparam com inúmeras dificuldades para se

viabilizarem sócio e economicamente. Dificuldades estas, decorrentes, em grande medida, do descaso do poder público que não oferece políticas necessárias às especificidades socioeconômicas e regionais dos assentamentos (BERGAMASCO, 1997).

Os assentamentos comumente são implantados em áreas com restrições de água e fertilidade do solo, já degradado pelo uso anterior (RESENDE *et al*, 1993; LEITE *et al*, 2004). A erosão, remoção da parte superior do solo, é uma das principais causas de degradação do solo (LAL, 1998), pois os processos erosivos levam à perda de sua estrutura, nutrientes, matéria orgânica e coloca em risco a sua capacidade de produção, de suporte da vida e da agricultura (BUI, HANCOCK, WILKINSON, 2011; TELLES, GUIMARÃES, DECHEN, 2011). Associado a isso, há pouca acessibilidade a tecnologias adequadas à realidade da agricultura familiar e muitos assentados se instalam em ambientes diferentes do seu local de origem ou vida anterior, ou não possuem experiências com o trabalho no campo (STEDILE, FERNANDES, 2000). Da inexperiência resultam dificuldades de adaptação, sobretudo porque a utilização de práticas adequadas de manejo do ambiente e manejo animal requerem dos agricultores experiência e conhecimento.

Todavia, há nos assentamentos pessoas originárias daquela mesma região e que trazem consigo experiências no trabalho agrícola, as quais podem ser compartilhadas com os demais (LEITE *et al*, 2004). Estes conhecimentos e experiências devem, portanto, ser reconhecidos, compartilhados e articulados com o conhecimento científico de forma a promover o diálogo de saberes, necessário à construção coletiva da agroecologia. Esta construção é, no entanto, um processo contínuo que evolui com o tempo, com o espaço, com as circunstâncias e é experimentada sob diferentes formas e momentos por cada pessoa.

A Agroecologia busca integrar tanto a complexidade social como a complexidade ecológica (CANUTO, 2005) e se consolida enquanto enfoque científico a partir da contribuição de várias outras disciplinas, e, diferentemente da ciência moderna, a partir também dos saberes, conhecimentos e experiências dos próprios agricultores. O enfoque agroecológico não pressupõe pleitear ou defender uma nova “revolução modernizadora”, mas sim uma ação dialética transformadora que dialoga com a sociedade, respeita o saber popular e articula-o ao conhecimento científico para construir novos saberes socioambientais e alimentar assim, permanentemente, o processo de transição

agroecológica (CAPORAL *et al*, 2009). A universidade pública à medida que dialoga com a sociedade e se torna um eixo ativo nesta construção coletiva, obedece ao “princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão”, como legalmente dispõe o artigo 207 da Constituição Federal Brasileira (BRASIL, 1988).

Este diálogo agroecológico tem sido realizado por membros da Universidade Federal de Viçosa e o Assentamento Olga Benário, localizado em Visconde do Rio Branco, Zona da Mata Mineira, desde as épocas iniciais do assentamento, a exemplo dos trabalhos de Mancio (2008) e Freitas (2009). Para sua continuidade no Assentamento Olga Benário, desenvolveu-se um processo de pesquisa participativa, solidária e coletiva de três estudantes de mestrado, a qual objetivou, a partir do reconhecimento da importância dos saberes e vivências dos assentados, sensibilizar, despertar e construir coletivamente compreensões agroecológicas sobre a biodiversidade presente nos quintais do assentamento (TONINI, 2013), o uso e manejo sustentável de solos (DELIBERALI, 2013), e o manejo das pastagens e rebanho leiteiro (ROMUALDO, 2013). O detalhamento das atividades coletivas sob a lente dos temas abordados na pesquisa é contemplado no primeiro capítulo de cada dissertação (TONINI, 2013; DELIBERALI, 2013; ROMUALDO, 2013).

Neste capítulo, o objetivo é apresentar a metodologia de pesquisa solidária desenvolvida e, especificamente, os resultados relacionados à criação de gado leiteiro no assentamento, com *i*) identificação e análise das estratégias desenvolvidas pelos assentados para convivência com as possibilidades e limitações dos recursos naturais disponíveis e *ii*) experimentação de novas formas de trabalho com a terra e seus componentes.

Desenvolvimento do trabalho

O Trabalho foi realizado no Assentamento Olga Benário, localizado no município de Visconde de Rio Branco (MG), na latitude 21°00'36'', ao sul, e na longitude 42°50'27'', a oeste. O relevo do município possui altitude de 352 m e precipitação média anual é de 1400 mm com duas estações definidas, uma com verão chuvoso e outra com inverno seco. O regime de chuvas é irregular e tipicamente tropical. A temperatura média anual é de 19,4 °C, da qual a média máxima anual equivalente a 26,4 °C e a média mínima anual de 14,8 °C (AESCA, 2008). Criado em 2005, na antiga fazenda Santa Helena, o

assentamento possui área de 759,90 ha e é organizado pelo MST (AESCA, 2008). O assentamento é formado por 29 famílias. Do total, 23 delas são originárias predominantemente da região metropolitana de Belo Horizonte e 06 famílias já residiam na antiga fazenda, antes da desapropriação, e foram incorporadas ao assentamento (MANCIO, 2008).

No assentamento, o histórico de uso de terras antes da incorporação pelo INCRA, em 2004, se deu por 50 anos da prática da monocultura de cana-de-açúcar e posterior formação de pastagens para a criação extensiva de gado leiteiro por mais 10 anos, culminando com a degradação do solo, do agroecossistema e dos mananciais de água, além de suas nascentes e pequenos cursos. Esta degradação foi potencializada pela predominância de Argissolos Vermelhos e Vermelho-Amarelos no assentamento, os quais são naturalmente propensos à erosão, ocupam 80 % da área e compõem o relevo ondulado a forte-ondulado da região (FREITAS, 2009). Em regiões como estas, de susceptibilidade das encostas à desequilíbrios, a agricultura deve ser desenvolvida com muito cuidado para evitar a degradação dos solos (RADAM BRASIL, 1983).

No assentamento Olga Benário, voçorocamentos relacionados às atividades antrópicas são observados, em especial, nas pastagens a pleno sol, cujo pisoteio do gado favorece a exposição e a compactação deste solo frágil o que, associado ao relevo acidentado, facilita o escoamento superficial das águas e ocorrência dos processos erosivos. A pecuária leiteira, no entanto, sempre esteve ligada ao desenvolvimento da agricultura familiar da região e o mesmo ocorre no Assentamento Olga Benário, onde o leite é importante para a organização produtiva e econômica das famílias. Muitas famílias, em especial as que já residiam na região, possuem experiência com o trato animal e com a produção leiteira. Contudo, a degradação das pastagens e a escassez de alimentos aos animais durante a estação seca são problemas recorrentes no assentamento. Somados a estes, a degradação dos corpos hídricos e a perda da biodiversidade são fatores que comprometem a função social da terra, a segurança alimentar e a qualidade de vida.

No que se refere à questão da alimentação do rebanho, há uma carência de informações científicas e práticas sobre técnicas e tecnologias de manejo de pastagens, que sejam disponíveis às famílias assentadas em áreas de Reforma Agrária no Estado e que viabilizem a produção leiteira fundamentada na sustentabilidade econômica e ambiental. É necessário, portanto, que as famílias melhorem o manejo do solo, das pastagens e aumentem a produção, a qualidade do leite e, assim, sua renda. Isto deve ser

viabilizada por sistema de manejos mais inteligentes, que adotem o uso de práticas que preservem e potencializem as funções do solo, da água, da biodiversidade (CABELL, OELOFSE, 2012).

O Pastoreio Racional Voisin (PRV) é uma das várias formas de manejo ecológico de pastagens e foi experimentado no Assentamento Olga Benário. Neste sistema o manejo do pasto e do gado favorecem a vida do solo, o que relaciona com o processo fisiológico vegetal. Uma premissa básica do sistema PRV é a divisão das pastagens em piquetes, cuja transferência de um para outro é racional, pois a análise fisiológica das plantas (CASTAGNA *et al*, 2008) indica quando levar o animal à pastoreio, o que deve ser feito quando a planta apresenta ponto ótimo de repouso (PINHEIRO MACHADO, 2010). Isso permite alternância no uso dos piquetes, possibilitando descanso àqueles que não estão ocupados, por tempo suficientemente favorável ao acúmulo de reservas, tanto energéticas quanto proteicas nas raízes das plantas (PINHEIRO MACHADO, 2010). No PRV, a água deve ser acessível em cada piquete ou próximo às áreas de lazer, onde o animal poderá encontrar sombra e água (à vontade). Isso diminui as distâncias percorridas pelo animal para sua dessedentação, bem como a compactação do solo dela resultante, além de gerar bem-estar animal. Os piquetes comunicam-se entre si através de corredores, os quais se localizam nos arredores das divisões, facilitando desta forma o deslocamento dos animais entre eles. Assim, têm-se, neste manejo, menor pisoteio animal, menor compactação, melhor infiltração de água e penetração de ar no solo, favorecendo que as raízes e plantas tenham um melhor desenvolvimento.

Metodologias participativas

A equipe que desenvolveu o trabalho foi formada por três estudantes de mestrado da Universidade Federal de Viçosa (UFV) cuja composição contemplou uma zootecnista (ROMUALDO, 2013), que se dedicou mais a analisar a atividade leiteira; um biólogo (TONINI, 2013), que se dedicou à análise sobre manejo da biodiversidade, ambos estudantes do programa de Pós-Graduação em Agroecologia; e uma engenheira agrônoma (DELIBERALI, 2013) do programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, que se dedicou a analisar o manejo dos solos do assentamento. O capítulo aqui apresentado versa sobre uma parcela das atividades e resultados obtidos por Romualdo (2013) e Deliberali (2013).

No desenvolvimento dos trabalhos utilizou-se metodologias participativas, que permitem maior interação entre agricultores e pesquisadores e buscam desenvolver entre os participantes a capacidade de análise e resolução dos problemas com os quais convivem. As pesquisas participativas foram conduzidas de forma a contribuir com os assentados no reconhecimento da importância do conhecimento e experiências dos mesmos, na sistematização destes conhecimentos, na melhoria de suas habilidades técnicas, no fortalecimento da capacidade dos mesmos em se adaptar no assentamento, na promoção da reflexão coletiva sobre os problemas agrícolas e ambientais e na busca de solução para tais problemas (ALTIERI, NICHOLLS, 2000).

A metodologia baseou-se na vivência de um dia em cada lote de 26 (de um total de 27) famílias assentadas. As visitas às famílias do assentamento eram realizadas por equipes formadas por no mínimo três estudantes, representados pelos supramencionados estudantes, bem como outros voluntários da pesquisa. A equipe de visitas foi composta obrigatoriamente com a presença de pelo menos uma mulher, estratégia que facilitou a aproximação com as mulheres que residiam nas casas. Para auxiliar nos diálogos com as famílias, elaborou-se um roteiro que abordava os aspectos gerais da vida dos assentados e aqueles específicos, relacionados ao manejo da biodiversidade nos quintais, dos solos e da alimentação animal. Para aprofundar sobre a alimentação animal, elaborou-se um roteiro próprio e realizaram-se entrevistas semiestruturadas (VERDEJO, 2006) com as 16 famílias que se dedicavam à atividade leiteira, denominado grupo do leite. Nestas entrevistas procurou-se evidenciar as dificuldades enfrentadas e as alternativas encontradas para alimentar o gado, principalmente na época da seca, e manter a produção leiteira. Durante as visitas realizou-se observação participante, travessias, confecção de mapas mentais, além dos diálogos com as famílias.

A visita se iniciava com uma apresentação dos membros, pessoas da família e esclarecimentos sobre os objetivos e a metodologia da pesquisa. Os grupos participavam de todas as atividades dos agricultores/as, como plantios, tratamentos culturais com os animais e plantações, tarefas domésticas etc. O roteiro era abordado de forma natural durante as conversas em todas as atividades desenvolvidas, seja na casa, nas travessias pela propriedade ou nas tarefas do cotidiano familiar com a terra. Isso facilitou criar um ambiente aberto de diálogo, permitiu à pessoa entrevistada se expressar sem as limitações criadas por um questionário (VERDEJO, 2006) e favoreceu o compartilhamento de suas experiências com a equipe.

Nas travessias (GEILFUS, 2002), que são caminhadas por todo o lote, era observada, identificada e discutida a relação da família com os diversos componentes locais, tais como casa, instalações animais, espaços de produção hortícola, cultivos anuais e perenes, pastagens, qualidade do solo, focos de erosão e incêndio, técnicas de manejo, áreas de conservação, nascentes, etc. As anotações dos conteúdos abordados durante as visitas limitavam-se à informações como números, datas, nomes e algumas frases ditas pelos assentados, por exemplo, de forma que estes não ficassem inibidos pela formalidade de um questionário.

Durante as visitas procurava-se identificar moradores do assentamento com os quais a família visitada tinha mais afinidade. Estas seriam as próximas a serem visitadas. Esta identificação era importante, já que objetivava formar grupos de aproximadamente sete famílias para a socialização parcial dos resultados da pesquisa, para as reflexões e discussões coletivas. Optou-se por organizar grupos com afinidade para potencializar as relações de empatia e minimizar o risco de se juntar pessoas que possuíssem quaisquer desavenças. Na formação de grupos garantia-se maior participação e desenvoltura dos participantes.

Ao término de cada visita, o grupo de pesquisadores se reunia para checar e organizar as informações obtidas durante o dia. Nestes momentos, retomava-se o roteiro e respondia-se à todas as questões, cujo relatório comum, por visita, era socializado com todos os participantes da pesquisa.

Sistematização dos resultados parciais

Após o estudo e análise dos relatórios das famílias visitadas em um ciclo de aproximadamente sete visitas, a equipe de pesquisadores se reunia para a sistematização dos resultados parciais, a partir dos quais se planejava um encontro de socialização de resultados àquelas famílias.

Para a sistematização das informações, utilizou-se a metodologia do Círculo de Cultura de Paulo Freire (FREIRE, 1967), adaptada aos objetivos do trabalho. Nestas reuniões eram retomadas as memórias sobre os diálogos realizados com os agricultores e levantadas as impressões e pontos importantes da realidade daquela parcela do assentamento. Os três membros que compunham a equipe indicavam três palavras geradoras, ou seja, palavras que sintetizavam o resultado de seu entendimento sobre as

visitas realizadas e que em geral, referiam-se a assuntos repetidamente mencionados e comentados pelos assentados, tais como: trabalho, produção, relação com o ambiente, com outros assentados, cidadania, organização das pessoas, liberdade, felicidade, opressão, religiosidade, cultura e a sociedade no qual estavam inseridos etc. Cada um dos estudantes indicava também mais três palavras relacionadas ao seu objeto de estudo (manejo da alimentação animal, da biodiversidade nos quintais e dos solos). Após a apresentação das palavras geradoras, cada membro da equipe explicava os significados e os contextos da escolha das mesmas. Isto era registrado de forma sintética em um quadro onde todos pudessem visualizar as palavras e seus contextos. As palavras eram, ao final, agrupadas por similaridade dos assuntos a elas relacionados. A partir destes agrupamentos, selecionava-se os temas a serem abordados nos encontros de socializações parciais dos resultados e a metodologia a ser utilizada. Com as famílias planejava-se o encontro (local, dia, horário e etc.).

Somente após a reunião de socialização dos resultados parciais era que um novo ciclo de visitas se iniciava. Ao todo, foram realizadas quatro reuniões de sistematização e cada uma versou sobre as informações obtidas com as famílias visitadas. Foram realizados quatro encontros para devolução dos resultados parciais.

Na socialização dos resultados utilizavam-se as instalações pedagógicas (Figura 1), metodologia onde se criam cenários com elementos da realidade dos participantes. Na perspectiva de Paulo Freire (1967), estes cenários funcionam como desafios aos grupos, pois apresentam situações-problemas, codificadas, guardando em si elementos que serão decodificados pelos grupos, com a colaboração de um coordenador. O debate em torno delas possibilita às pessoas a análise e reflexão sobre os problemas vivenciados e possíveis soluções.

Buscava-se elaborar instalações pedagógicas de fácil compreensão dos assentados e que valorizassem os pontos fortes do assentamento, a partir dos quais poderiam ser trabalhadas as fraquezas, entretanto, sem explicitá-las de forma a gerar constrangimentos e ressentimentos. Na construção das instalações pedagógicas utilizava-se quase sempre material do local, quando necessário um ou outro elemento externo era incorporado.

Os assuntos abordados por meio das instalações pedagógicas eram transversais aos temas meio ambiente e seus componentes, como solo, água, biodiversidade, fogo, atividades agropecuárias, biodiversidade nos agroecossistemas (Figura 1A); importância do investimento em ferramentas (Figura 1B); libertação do sistema opressor (Figura 1C);

diversidade de pessoas e funções no assentamento; relação entre o campo e a cidade (Figura 1D); cooperação e felicidade pela conquista da terra. Cada encontro de socialização parcial dos resultados era único, pois refletia as especificidades do grupo das famílias visitadas, mas muitos dos assuntos e problemas eram comuns a todo assentamento, por isto algumas instalações pedagógicas e discussões em torno delas se repetia nos encontros.



Figura 1. Instalações pedagógicas organizadas nos encontros de socialização dos resultados parciais. A) maquete ambiental; B) trabalho e ferramentas; C) opressão, autonomia produtiva, libertação; D) relação campo-cidade. Fonte: Romualdo, 2013; Deliberali, 2013.

Encontros para socialização de resultados parciais

Os encontros de socialização dos resultados parciais eram realizados no período da tarde com as famílias participantes daquele ciclo de visitas, além de professores e estudantes da UFV, mediante agendamento e disponibilidade da grande maioria dos envolvidos, sobretudo assentados. A escolha do local de devolução considerava o lote que apresentava maior quantidade de exemplos e elementos para o compartilhamento.

Nos encontros, utilizava-se a metodologia, com adaptação, dos intercâmbios agroecológicos realizados na região (ZANELLI *et al*, 2015). As atividades iniciavam com

uma mística, prática utilizada pelo MST para promover a manifestação coletiva dos sentimentos de esperança e solidariedade (STEDILE, FERNANDES, 2000), que pode ser realizada com orações, músicas, leitura de poemas, etc. Em seguida, a família em cujo lote ocorria a devolução se apresentava aos presentes e contava sua história. Os agricultores, então, dividiam-se em grupos menores e observavam as instalações pedagógicas, interpretando o que estava sendo mostrado e discutindo entre si os significados, acompanhados por um membro da equipe de pesquisadores, que não se manifestava.

A seguir, a família anfitriã guiava os participantes em uma caminhada pelo lote, compartilhando informações sobre plantas, animais, técnicas, inovações, etc., momento em que havia grande troca de saberes e materiais entre eles, como mudas e sementes. A cada participante era solicitado que recolhesse um elemento do lote que lhe tivesse chamado atenção. Ao fim da caminhada, em círculo, mostrava-se o elemento recolhido, e explicava-se sua escolha. Em seguida, um ou mais integrantes de cada grupo sintetizava verbalmente o que havia sido percebido e interpretado das instalações pedagógicas. Neste momento, abria-se a discussão onde o grupo sugeria ações que pudessem promover melhorias no lote e no assentamento, quando se buscavam entendimentos comuns e encaminhamentos para a solução de vários problemas identificados no assentamento.

Ao final do encontro era realizada uma mística de encerramento de atividades e a partilha de alimentos, em uma merenda coletiva. Antes que se iniciasse novo ciclo de visitas, as observações e resultados do encontro de socialização parcial eram sistematizados entre a equipe de pesquisadores.

Encontro final para a socialização dos resultados

Ao final, realizou-se um grande encontro, objetivando reunir todas as famílias visitadas. Este ocorreu na Casa Sede do assentamento, mas nem todas as famílias compareceram. Além das famílias, participaram do encontro dirigentes do MST, estudantes e professores da UFV. Para a sistematização e elaboração do encontro final, utilizou-se o mesmo processo descrito para a realização das sistematizações parciais.

No encontro final de socialização as palavras geradoras utilizadas nas socializações parciais foram lembradas e novas palavras foram apontadas. Estas deveriam sintetizar temas abordados em todas as famílias visitadas e totalizaram 23 palavras.

No dia do encontro final, procurou-se utilizar metodologias lúdicas para provocar a reflexão dos resultados obtidos ao longo do trabalho. Para isto a equipe elaborou e exibiu uma peça teatral fictícia, mas que foi inspirada nas narrativas da vida das assentadas e assentados, tema abordado durante as visitas. Como forma de reconhecimento e orgulho da luta engajada pelo MST, a música “Canção da Terra”, de Pedro Munhoz, foi cantada em homenagem aos assentados, em um momento de alegria e cantorias em que os agricultores/as também apresentaram suas músicas favoritas. A partir da percepção da equipe em relação às visitas realizadas no assentamento foi elaborado um jogo denominado Jogo da Terra¹, onde diversos temas levantados e trabalhados ao longo das visitas e socializações parciais se apresentavam em forma de perguntas e desafios, para os quais o jogador deveria propor e construir soluções juntamente com a colaboração dos demais companheiros.

No momento final do encontro, os participantes foram organizados em grupos para responder a duas perguntas elaboradas pela equipe de pesquisadores: *i)* “o que você quer mudar em seu lote?”; e *ii)* “o que você quer aprender?”. As respostas de cada grupo foram apresentadas aos demais. A última pergunta foi base para elaboração das oficinas realizadas na fase seguinte do trabalho.

As oficinas trataram da diversificação de quintais, alimentação do gado de leite, minhocário, fabricação de pães e doces de manga. Algumas destas foram conduzidas por membros externos ao assentamento, outras pelos próprios assentados, uma forma de valorizar o conhecimento das pessoas do local e poder compartilhá-lo com os demais interessados.

Resultados e discussão

A construção da metodologia participativa durante o trabalho proporcionou uma melhor compreensão da realidade em que vivem os agricultores do assentamento Olga Benário. Por muitas vezes, o envolvimento emocional dos membros da equipe frente aos relatos de vida das famílias ficou evidente. Durante as visitas, os assentados se sentiam muito à vontade e dispostos a contar sua luta pela terra, de aproximadamente cinco anos

¹ O Jogo da terra foi elaborado de acordo com as especificidades do grupo estudado e da pesquisa realizada, adaptado do jogo Carta da Terra, desenvolvido pelo Instituto Harmonia na Terra em parceria com a ONG Cooperera Brasil

em condições desfavoráveis, luta da qual não desistiram. A felicidade pela conquista da terra compensou todo sacrifício e deu muita emoção e orgulho aos assentados.

A pesquisa conseguiu identificar questões centrais das famílias, o que foi muito explicitado nas falas após a peça de teatro. Unanimemente emocionados, os assentados relataram que a estória retratada representava uma parte da história de vida de todos eles. Portanto, eles se viram na peça teatral e se identificaram com ela.

Com relação à atividade econômica do assentamento, a produção leiteira era, no momento da pesquisa, a principal, que se tornou uma das maiores fontes de renda das famílias graças à aquisição do rebanho leiteiro através do crédito de apoio (Plano de Exploração Anual - PEA). Esta atividade foi potencializada devido a tradição leiteira da região e a aptidão das famílias com o trato animal, o que facilitou a comercialização do leite e o cuidado com os animais (AESCA, 2008). Muitos investimentos contribuíram para aperfeiçoar a atividade leiteira. No ano de 2012, o assentamento conquistou um tanque de resfriamento de leite com capacidade para 3.000 litros, visando à melhoria na sua qualidade e a possibilidade de o comercializarem por um melhor preço. O tanque de resfriamento contribuiu com o processo organizativo para a produção do leite e melhorou o ânimo e as perspectivas das famílias. Entretanto, na época da pesquisa o tanque ainda não estava em funcionamento.

O rebanho bovino leiteiro varia muito entre as propriedades. Na época havia rebanhos de três a nove animais, enquanto outros atingiam até 40 animais, compostos predominantemente por vacas e novilhas. O desmame dos bezerros ocorre entre sete e oito meses de idade e após este período os machos são vendidos, gerando uma renda extra às famílias. O padrão racial predominante no assentamento era de animais cruzados Holandês-Zebu (girolando). O gado mestiço tem a preferência dos assentados por ser um animal mais rústico e adaptado às condições de relevo e clima da região, agregado à elevada produção de leite atribuída ao sangue Holandês. A aquisição externa de animais é muito baixa, já que grande parte do rebanho nasceu nas propriedades das famílias. Sempre ocorrem trocas e compras entre os assentados e demais agricultores da região, procurando atender a necessidade de melhoria do rebanho.

As instalações são construídas e reformadas pelos próprios assentados. Para isto utilizam madeiras do próprio assentamento, como galhos caídos de árvores e eucalipto da área coletiva; porém a maioria ainda necessita comprar madeira fora do assentamento. Quase todas as propriedades possuem seu próprio curral e, na maioria das situações, este

se localiza próximo a casa, é de fácil acesso e possui estrutura bem variável: alguns são cobertos e outros não, e todos são construídos em madeira, com o piso de chão batido. Os currais são diariamente higienizados através da retirada do esterco acumulado, o qual é armazenado em outro local para curtimento por 15 a 20 dias, com posterior utilização pelas famílias em suas hortas e culturas anuais, em berços para plantio de bananeiras e ao redor de fruteiras. Os agricultores reconhecem perfeitamente os benefícios da adubação orgânica e atribuem resultados positivos à técnica.

Logo após a ordenha manual da manhã, o leite é levado a um ponto de coleta no assentamento, local onde diariamente caminhões de atravessadores da região o coletam, entregando-o aos laticínios da redondeza. Já os dois assentados que também ordenham na parte da tarde resfriam o leite na geladeira de casa, aguardando o dia posterior de coleta.

A base da alimentação bovina no assentamento é o pasto e este apresenta como uma opção barata e que não exige muita mão de obra para o seu fornecimento. As pastagens correspondem de 65 a 90 % do lote daquelas famílias que trabalham com o leite, variando conforme a utilização de terras na propriedade, e grande parte delas estão localizadas em encostas declivosas com predominância de argissolos, classe de solo muito susceptível à erosão. Boa parte destas áreas encontra-se mal manejada ou até mesmo degradada devido ao histórico processo de degradação da fazenda, anterior a criação do assentamento, quando houve a produção de cana e gado de leite em sistema de pastejo contínuo.

A gramínea predominante nas pastagens do assentamento são as cultivares do gênero *Brachiaria* que, na opinião dos assentados, é mais resistente, principalmente na época da seca, com maior facilidade de rebrote, além de ser um capim de porte mais baixo e, desta forma, mais apreciado pelos animais. Além da braquiária há presença do capim-colonião (*Panicum maximum*) e do capim-gordura (*Melinis minutiflora*). O interesse maior se dá pelo colonião, considerado um capim adequado para a produção de leite por ser mais nutritivo, proporcionar ao leite um sabor mais agradável e ter no resíduo de sua picagem um componente “*bom para amaciar a terra da lavoura*”, referindo-se ao seu uso como cobertura do solo. Já na opinião de outro assentado, o capim-colonião apresenta desvantagens, pois relata que não rebrota facilmente, adquire porte alto e os animais têm dificuldade para se alimentar. E “*quando dá semente, seca e não serve mais para comer*”.

Em grande parte das propriedades os animais têm acesso às encostas durante todo ano e apenas 30 % dos assentados se atentam à questão da degradação dos pastos nestas áreas, evitando seu pastejo durante o período da seca e favorecendo, assim, a recuperação

do capim para a ocupação durante a época das águas. Esta prática é conhecida como diferimento, onde se suspende a utilização da pastagem no fim do período chuvoso para proporcionar o acúmulo de forragem para a época seca.

A partir do ano de 2011 houve experimentação de uma unidade de PRV em um lote do assentamento, a qual funcionou até meados de 2012, tempo suficiente para a compreensão desse sistema de manejo por boa parte do assentamento. Todos consideram o piqueteamento favorável ao manejo das pastagens, pois o capim necessita de um período de descanso após o pastejo dos animais, para que possa produzir novamente e, através da divisão das pastagens, além de diminuir o pisoteio animal, este objetivo é atingido. Apesar disso, na época da pesquisa apenas cinco famílias utilizavam o pastejo rotacionado, utilizando de quatro a sete piquetes por propriedade. Os que utilizam os piquetes consideram importante a divisão das pastagens e planejam dividi-las ainda mais. No entanto, o custo de aquisição de arame e mourão limitam a implantação de novos piquetes. A cerca elétrica possibilitaria a redução do custo da divisão de pastagens, mas não são utilizadas. Quando planejada e utilizada adequadamente, a cerca elétrica pode reduzir em até 80 % do custo da divisão de pastagem em relação à cerca de arame farpado (PINHEIRO MACHADO, 2010). A rotação diária dos piquetes pelos animais, preconizada pelo PRV, não teve grande aceitação pelo grupo, que considerou difícil deslocar diariamente os animais, pois a atividade demanda tempo e dedicação. Um período de ocupação dos piquetes por 15 dias foi considerado o mais adequado pelos assentados.

Outro limitante apontado pelos assentados foi de que o PRV é adequado para se trabalhar em áreas planas, o que não é comum no assentamento. Em áreas declivosas, a comunicação entre os piquetes através dos corredores não é simples, já que os animais definem trajetórias que não são retilíneas ao longo das encostas. Além disto o fornecimento de água nessas áreas não é simples e exigiria bombeamento da água. Uma interessante alternativa à necessidade de bombeamento de água foi observada em um lote. Um assentado implantou uma barraginha ao longo da encosta, uma espécie de bacia de contenção de água pluvial, que permitiu manter na área a água de enxurrada, com sua lenta canalização para um bebedouro localizado no piquete da baixada. Além de resolver a questão da falta de água nesta área, ele relatou que a técnica auxiliava na redução do processo de erosão desencadeado pelas enxurradas nas encostas. Este assentado trabalhava com um sistema de rotação de pastagens em seu lote, em sete piquetes.

Segundo ele, o manejo foi eficiente, pois a área forneceu pasto suficiente para seus animais por, no mínimo, oito meses do ano. Nos demais meses ele forneceu aos animais cana produzida em seu lote e o capim cortado da estrada de acesso ao assentamento.

Alternativas ao manejo das pastagens precisam ser pensadas, pois sua má condução leva à degradação do solo, sobretudo em seus atributos físicos, e isto impacta negativamente sua fertilidade, a produtividade das pastagens e o abastecimento de água. O pastejo em época muito seca não é recomendado, pois o secamento do solo em conjunto com a elevação da densidade provoca um aumento acentuado em sua resistência mecânica, podendo ser impeditivo para o crescimento do sistema radicular do capim na pastagem (IMHOFF *et al*, 2000). O gado, por não encontrar o que comer e beber, caminha mais repetidamente na pastagem, o que leva à maior quebra dos agregados do solo, compactação, diminuição dos poros e exposição de sua superfície. Estes processos dificultam a infiltração de água e facilitam seu escoamento superficial (SILVA *et al*, 1999) e a erosão por falta de cobertura vegetal (VOISIN, 1979). Ainda, o vai e vem do gado nas pastagens a procura de alimentos provoca gasto da energia que poderia ser convertida em leite.

No momento das chuvas, as grandes enxurradas aceleram o processo erosivo, dado que a água intercepta o solo desnudo e compactado com elevada energia e velocidade, não consegue infiltrar e causa enxurradas que arrastam consigo as camadas superficiais do solo. Este processo condiciona a formação de voçorocas, que no assentamento já existem em fase inicial e avançada de desenvolvimento, sendo as últimas, felizmente, menos frequentes. Como estas voçorocas ocorrem principalmente nas pastagens, evitá-las é extremamente necessário para que não ocorra comprometimento da atividade leiteira local. Se não controlado, os processos erosivos geram assoreamento dos corpos hídricos e diminuem a recarga dos lençóis freáticos, em um ciclo vicioso cada vez mais danoso ao ambiente. Muitos assentados conseguem perceber as relações entre umidade do solo, compactação e produção vegetal e, por isso, evitam o pisoteio do gado em áreas muito secas e com pouca vegetação.

A maioria do grupo observa as diferenças entre o pasto da baixada (área plana) e das encostas (área declivosa). Na opinião destes, o capim no morro não é tão bom quanto a baixada, que é uma área mais úmida, onde o capim é mais tenro, pois “*solo do morro é mais fraco e os da baixada são mais fortes*”, de forma que “*no morro a água escorre direto e o capim sente mais, e o solo não fica úmido como da baixada*”. Percebem que a

declividade das encostas não favorece a infiltração da água e torna estas áreas mais susceptíveis à erosão, principalmente ao longo da trajetória formada pelo deslocamento dos animais, em processo supramencionado. Isto indica que os assentados têm consciência da relação entre suas práticas agrícolas e impactos ambientais. No entanto, a forma como usam e protegem o ambiente varia em cada lote.

Deliberali (2013) coletou a água da enxurrada de uma encosta do assentamento, em pontos de mesma declividade e próximos ao topo de morro, sob diferentes usos e níveis de conservação do solo (fragmento arborizado, pastagem degradada e solo exposto) e verificou que a área da pequena mata praticamente não perdeu nem água e nem solo (coletados aproximadamente 0,3 L de água translúcida), ao contrário da área de pastagem (coletados 2,5 L de água turva) e principalmente naquela muito degradada e com solo exposto, onde essas perdas foram bruscamente aumentadas em aproximadamente 30 vezes (coletados 7,7 L de água muito barrenta). Essa informação corrobora com a indicação de que as pastagens precisam ser conservadas de forma a manter o solo sempre coberto, sem compactação e arborizado.

Além de melhorar a condição do solo, a introdução de árvores na pastagem fornece sombra aos animais, o que reduz o estresse térmico e auxilia seu ganho produtivo (COIMBRA, 2007; MONTOYA *et al*, 1994). As árvores também protegem as pastagens do efeito do frio no inverno e são barreiras contra o vento, ajudando a manter a umidade do solo para que estejam ainda produtivas na época seca (COSTA *et al*, 2007). Também fornecem madeira a partir da poda, além de alimentos para a fauna, para o rebanho e para o ser humano, melhorando a segurança alimentar do assentamento como um todo (TONINI, 2013).

O manejo das árvores pode ser utilizado de forma a não comprometer a luminosidade necessária ao pasto, e indica-se uma proporção de até 40 árvores por hectare (SOUZA, 2004). Pode-se realizar o plantio de espécies arbóreas nas pastagens, em níveis e nas divisas do terreno, e optar por aquelas de rápido crescimento, como também implantar sistemas agroflorestais com espécies de interesse na alimentação animal. Uma forma simples de promover a arborização dos pastos é permitir que algumas árvores que nascerem espontaneamente permaneçam na área, prática conhecida como “bateção seletiva”, na qual deve-se manter de preferência espécies nativas, sem espinhos e que não sejam tóxicas aos animais. As árvores podem ficar agrupadas formando bosques, podem estar em linhas próximas às cercas ou em curvas de nível como cordões em contorno ou

podem estar espalhadas pela pastagem (COSTA *et al*, 2007). É importante ressaltar que os topos de morros, bem como seu terço superior devem ser preservados e recuperados, preferencialmente com vegetação arbórea nativa (BRASIL, 2012), culminando com a maior conservação do solo e garantindo o abastecimento do lençol freático, que irá aflorar à jusante.

Alguns assentados descreveram que seu pasto já apresenta focos de degradação e isto é visível; porém, até o momento, alguns não consideram que o nível de degradação prejudicou a atividade agropecuária e aguardam um momento de maior prejuízo para então utilizar medidas de controle, o que pode ser tarde. Já os assentados que citaram as enxurradas como os maiores problemas das encostas procuram tomar medidas preventivas e corretivas. O desvio do trajeto das enxurradas nas encostas, dinamizando o seu percurso, é a forma mais empregada e é realizado com o auxílio de uma enxada. Um agricultor relatou que plantou cana-de-açúcar de forma que esta interceptasse a água da enxurrada das encostas e conseguiu minimizar, de forma simples e barata, o problema da erosão em seu lote.

Apesar destas observações, a ocorrência de focos erosivos em estágio inicial foi negligenciada por 50 % dos assentados, dado que ainda se verificava, nestas áreas, produção vegetal/animal. Mesmo em casos mais graves de erosão, 20 % dos assentados continuaram com o pastejo, dado que a produção, embora menor, ainda existia. Aspecto similar foi verificado em outros assentamentos (OKOBA, STERK, 2006), onde agricultores não se mostraram suficientemente preocupados com a formação ou o impacto da erosão de pouca intensidade, pois percebiam-na como reversível, não dando a ela devida importância até que tivessem problemas com a produção. Possivelmente, esse comportamento ocorre devido ao desconhecimento sobre a reversibilidade de processos erosivos.

A água é um dos recursos mais essenciais para os animais criados a pasto, tendo reflexos no seu desempenho e bem-estar. A ausência no fornecimento de água nas pastagens causa a concentração de animais nas fontes naturais, contribuindo também para a degradação das mesmas. Entre as fontes naturais encontram-se as nascentes que, em sua maioria, não estão cercadas. Uma das justificativas mais relatadas pelo grupo em não cercar se dá pela falta de recursos para aquisição de arame e há quem alegue que para regularizá-las necessitam cercar por um raio de 50 metros que, na visão dos assentados, é muita terra que se perde por conta desta delimitação. Entretanto, em Áreas de

Preservação Permanente, o Código Florestal autoriza a manutenção das atividades agrossilvipastoris, com recomposição da vegetação em torno da nascente em um raio de 15 m, nas áreas rurais consolidadas até 22 de julho de 2008 (BRASIL, 2012), o que não compromete significativamente a área produtiva dos lotes, que são de aproximadamente 15 ha (TEIXEIRA, 2012). Outros acreditam que com o plantio de árvores as nascentes secam. Em um trabalho realizado na Zona da Mata de Minas Gerais, o cercamento de pequenas áreas em volta de cursos d'água por agricultores familiares e consequente recomposição da mata ciliar, associado a práticas conservacionistas de solo, fez aumentar consideravelmente a vazão de água após 18 anos, e possibilitou abastecer sete famílias, quando antes abasteciam apenas duas (FERRARI *et al*, 2010). Fica claro, portanto, que a presença de árvores ao redor de nascentes é desejável e que os benefícios ambientais e produtivos só aumentam. Isto significa que o conhecimento dos assentados, embora valioso, precisa em alguns casos ser ressignificado, a partir da melhor compreensão dos processos envolvidos na degradação do solo e nas melhorias globais que se advém de sua conservação. A experiência também mostra o quão relevante é fomentar a aquisição de materiais suficientes e adequados para a proteção das Áreas de Preservação Permanente. Neste caso, a proteção dos corpos hídricos, o aumento da quantidade de água e a busca por mecanismos sustentáveis de sua distribuição poderiam ser soluções eficientes para o fornecimento de água no assentamento, dessedentação animal e irrigação na época da seca. Para evitar o acesso dos animais aos corpos hídricos deve-se construir bebedouros.

Segundo um assentado, e de acordo com vários autores (COIMBRA, 2007; PINHEIRO MACHADO, 2010), a construção de bebedouros é importante devido *a)* ao conforto que a ingestão de água proporciona aos animais, já que o assentamento se insere em uma região muito quente e as pastagens carecem de árvores que favoreceriam o conforto térmico do rebanho e *b)* ao fato de a água do córrego ser muito gelada e os animais preferirem a temperatura da água fornecida nos bebedouros (SHEFFIELD *et al*, 1997; OSBORNE, HACKER, McBRIDE, 2002) quando o consumo é maior, resultando assim em maior produção de leite. A relação entre consumo de água e a produção de leite também é compreendida por alguns assentados. Sabe-se que o fornecimento adequado de água aumenta a produção de leite (COIMBRA, 2007).

O longo período de estiagem (junho a setembro) da Zona da Mata mineira também foi levantado como um dos principais desafios da produção leiteira no assentamento. Durante este período, a produção dos pastos cai drasticamente e a base alimentar do

rebanho fica comprometida. No assentamento, a produção de leite cai de 730 litros/dia nas águas para 340 litros/dia na seca e há relatos de assentados que deixam de produzir ou que precisam vender animais, pois temem a morte de parte do rebanho por falta de alimento.

De acordo com um dos assentados, a partir do piqueteamento, é possível fornecer pasto aos animais durante todo o ano, porém, contando com a irrigação na época da seca e possuindo um controle apurado dos animais e do consumo do pasto durante todo tempo. E, dependendo do grau de mestiçagem da vaca, ainda é necessário o fornecimento de um pouco de ração. Como forma de conviver com o problema, as famílias procuram alternativas de suplementação alimentar para o rebanho durante esta época. Para isto utilizam outros alimentos disponíveis no lote, como cana-de-açúcar, presente em aproximadamente 70 % dos lotes, e capineiras de capim Cameron e Napier, presente em 30 % destes. Ainda, a dieta animal é complementada pela oferta de frutas, como polpa e casca de abacate; pseudocaule e folha de bananeira; sobras de hortaliças e; folhas e raiz da mandioca picadas no cocho.

A cana-de-açúcar é fornecida picada in natura com o capim. Três assentados misturam ureia à cana. Esta operação envolve os seguintes estágios: corte da cana, corte do capim, desintegração conjunta em triturador elétrico (relação 2:1, ou seja, duas partes de cana para uma de capim) e distribuição do material no cocho para os animais, totalizando dois tratamentos diários. Após a ração, a suplementação com cana-de-açúcar é a mais utilizada, mas informaram que a cana produzida do lote não é suficiente para o período, necessitando comprá-la.

A ração, adquirida no mercado local é fornecida aos animais em 50 % das propriedades. Uma alternativa encontrada por um assentado foi adquirir os ingredientes da ração separadamente e, em seguida, misturá-los na propriedade. Além de o custo ser menor, este assentado afirma que dessa forma têm-se um produto mais confiável, pois ele mesmo conhece o que foi acrescentado à ração. Utiliza na mistura da ração ingredientes como fubá, soja, farelo de trigo e sal mineral.

A quantidade de ração fornecida varia de um a três quilos por dia por animal. A quantidade fornecida é maior na seca, ou as vezes é fornecida apenas nesta época, como suplementação. Alguns utilizam a proporção de um quilo de ração para cada três litros de leite produzidos (1:3), como recomendado em informações técnicas, enquanto fornecem menos do que o recomendado, pois alegam que a compra de ração onera o custo de

produção. Já os bezerros recebem apenas fubá, este comprado, também para reduzir os custos com a ração. A ração é apontada com um dos maiores entraves da produção leiteira, já que o custo de aquisição da mesma por vezes não é compensado pela venda do litro do leite. Muitos assentados alegam que com o passar dos anos, a ração sempre tende a encarecer, porém, o preço pago pelo litro de leite produzido raramente sobe, o que dificulta mais ainda a permanência e a prosperidade na atividade. Os assentados também criam estratégias para o gado comer o capim que já está velho. Por exemplo, a macega formada pela braquiária, que corresponde ao capim que não foi consumido e que já secou, serve de alimento para os animais quando úmida. Na parte da manhã e no começo da noite a macega fica molhada pelo sereno e os animais passam a consumi-la neste período, a partir da suplementação com sal mineral. Após lamberem o sal os animais conseguem comer o capim seco.

O sal é fornecido ao rebanho leiteiro ao longo das pastagens e nos currais por quase todas as famílias, com a exceção de um assentado. A mistura do sal comum ao sal mineral é uma alternativa comum trabalhada por agricultores em geral, assim como pelos assentados, para reduzir o custo de aquisição do sal mineral, fazendo com que a mistura possa render mais. O assentado que não fornece sal alega que este já vem misturado à ração que disponibiliza aos animais, como informado nos rótulos destes produtos, sem a necessidade de seu fornecimento complementar.

Os resultados indicam que é necessário aprofundar no entendimento das alternativas locais para o fornecimento de alimentos adequados e diversos ao rebanho, para minimizar ou evitar a compra de suplementos alimentícios. Estes alimentos, além de caros, são de qualidade duvidosa, pois quase sempre são preparados com produtos de plantas transgênicas e cultivadas com agrotóxicos.

A diversificação e arborização nas pastagens, a introdução de forragens (gramíneas e leguminosas) diversificadas, o piqueteamento das áreas e as ações de manejo e conservação do solo são apontados em vários trabalhos como uma das formas de contornar os problemas oriundos das estiagens e da degradação do solo e com isto melhorar a qualidade dos pastos. O uso de vários tipos de capins, a formação de canaviais e capineiras, o plantio de leguminosas e o fornecimento de suas folhas e sementes moídas junto com as gramíneas picadas podem ser fontes excelentes de alimentação e suplementação na época da seca (KHATOUNIAN, 2001; PEREIRA, CÓSER, 2001; SOARES *et al*, 2006; FONSECA *et al*, 2009; PEREIRA *et al*, 2011).

Isto, todavia, exige planejamento prévio. Se não há planejamento, quando a estação seca se iniciar será tarde para solucionar a falta de alimento. O planejamento pressupõe a manutenção ou o plantio de árvores, de cana-de-açúcar e de capim, dentre outros. Para o plantio precisa-se conseguir mudas ou sementes, preparar a área, formar e manter os cultivos. No caso da cana-de-açúcar e capineira, o plantio deve ocorrer com, no mínimo, um ano de antecedência. Uma das dificuldades relatadas por aqueles que possuem cana no lote é a capina, que deve ser periodicamente realizada, além do controle de formigas.

Considerações finais

Aumentar a diversidade biológica no assentamento pode garantir a alimentação animal na seca e auxiliar de forma significativa na conservação do solo e das pastagens. A arborização das pastagens por meio da “bateção seletiva” e a implantação de sistemas agroflorestais podem reduzir sobremaneira a perda de água e solo, culminando com a conservação do sistema, a geração de alimentos e melhoria significativa da qualidade ambiental, animal e social no assentamento.

Para a implementação de tais práticas é preciso continuar o processo de construção coletiva do pensamento agroecológico. A pesquisa solidária desenvolvida no assentamento contribuiu para tal. Precisa-se ainda do esforço do poder público para garantir, dentre outros, créditos, infraestrutura adequada, assistência técnica agroecológica de forma a possibilitar aos assentados e às assentadas a permanência no campo, com promoção e fortalecimento da tão almejada autonomia produtiva.

Referências

AESCA - Associação Estadual de Cooperação Agrícola. **Plano de Desenvolvimento do assentamento Olga Benário**. Belo Horizonte, 2008.

BERGAMASCO, S. M. P. P. A realidade dos assentamentos rurais por detrás dos números. **Estudos Avançados**, v. 11, n. 11, p. 37–49, 1997.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Projeto RADAMBRASIL**. 1983. Folhas SF. 23/24, Rio de Janeiro/Vitoria: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. p. 775.: il., mapas.

BRASIL. **Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado **Federal**: Centro Gráfico, 1988. 292 p.

BUI, E. N., HANCOCK, G. J., WILKINSON, S. N. “Tolerable” hillslope soil erosion rates in Australia: Linking science and policy. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 144, n. 1, p. 136–149, 2011.

CABELL, J. F.; OELOFSE, M. An Indicator Framework for Assessing Agroecosystem Resilience. **Ecology and Society**, v. 17, n.1, p. 1–13, 2012.

CAPORAL, F. R. **Agroecologia: uma nova ciência para apoiar a transição a agriculturas mais sustentáveis**. In: CAPORAL, F. R.; AZEVEDO, E. O (Orgs.) Princípios e perspectivas da Agroecologia. Instituto Federal do Paraná, p. 83–120, 2009.

CASTAGNA, A. A.; ARONOVICH, M.; RODRIGUES, E.L. **Pastoreio Racional Voisin: Manejo Agroecológico de Pastagens**. Niterói, 2008. p. 35.

COIMBRA, P. A. D. **Aspectos extrínsecos do comportamento de bebida de bovinos em pastoreio**. Orientador: Luiz Carlos Pinheiro Machado Filho, 104 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas). Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.

DELGADO, G. C., **A Questão Agrária no Brasil. 1950-2003**. In: JACCOUD, L. *et al.* (Eds.), *Questão Social e Políticas Sociais No Brasil Contemporâneo*. IPEA, Brasília, 2005. 435 p.

DELIBERALI, D. C. **Percepção Ambiental, Uso da Terra e Processos Erosivos em um Assentamento de Reforma Agrária**. Orientador: Irene Maria Cardoso. 2013. 137 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

FONSECA, D. M. *et al.* Outras gramíneas forrageiras de importância econômica para a pecuária brasileira. In: FONSECA, D. M. *et al.* *Produção animal integrada aos sistemas agroflorestais: necessidades e desafios*. **Revista Agriculturas**, v. 6, p. 30–35, 2009.

LAL, R. Soil Erosion Impact on Agronomic Productivity and Environment Quality. **Critical Review in Plant Science**, v. 17, n. 4, p. 319–464, 1998.

LEITE, S. *et al.* **Impacto dos Assentamentos: um estudo sobre o meio rural brasileiro**. Brasília: Instituto Interamericano de Cooperação para Agricultura: Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural, São Paulo. 2004.

MANCIO, D. **Percepção ambiental e construção do conhecimento de solos em assentamento de Reforma Agrária**. Orientador: Eduardo de Sá Mendonça. 2008. 152 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

MARTUSCELLO, J. A. **Plantas forrageiras**. Viçosa: UFV, 2011. Disponível em: <http://www.mst.org.br/nossa-producao/> Acesso em: 10 jul. 2019.

OSBORNE, V. R.; HACKER, R. R.; McBRIDE, B. W. Effects of heated drinking water on the production responses of lactating Holstein and Jersey cows. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 82, n. 3, p. 267–273, 2002.

PINHEIRO MACHADO, L. C. **Pastoreio Racional Voisin: tecnologia agroecológica para o terceiro milênio.** São Paulo. Expressão Popular. 2010. p. 376.

RESENDE, M.; LANI, J. L.; FEITOZA, L. R. **Assentamento de Pequenos Agricultores no Estado do Espírito Santo: ambiente, homem e instituições.** Vitória, ES: EMCAPA; Viçosa, MG: Universidade Federal d Viçosa. 1993.

ROMUALDO, P. L. **Potencialidades e Desafios no Manejo do Rebanho Leiteiro em Assentamento Rural.** Orientador: Rogério de Paula Lana. 2013. 117 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

SHEFFIELD, R. E. *et al.* Off-stream water sources for grazing cattle as a stream bank stabilization and water quality BPM. **American Society of Agriculture Engineer**, v. 40, n. 3, p. 595–604, 1997.

STEDILE, J. P. ESTEVAM, D. **A questão agrária no Brasil: Programas de reforma agrária 1946-2003.** Campina Grande, PB. 113, 2012.

STEDILE, J. P.; FERNANDES, B. M. **Brava Gente - A trajetória do MST e a luta pela terra no Brasil**, 1ª Edição. ed. Editora Fundação Perseu Abramo, São Paulo. 2000.

SOUZA, M. N. **Degradação e recuperação ambiental e desenvolvimento sustentável.** Orientador: James Jackson Griffith. 2014. 133 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014.

TEIXEIRA, M. T. **Assentamento Olga Benário: um estudo de caso da espacialização da luta pela terra na Zona da Mata Mineira.** Orientador: José Ambrósio Ferreira Neto. 2012. 129 f. Dissertação (Mestrado em Extensão Rural). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.

TELLES, T. S.; GUIMARÃES, M. D. F.; DECHEN, S. C. F. The Costs of Soil Erosion. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, v. 35, n. 2, p. 287–298, 2011.

TONINI, R. T. **Agrobiodiversidade e Quintais Agroflorestais como Estratégias de Autonomia em Assentamento Rural.** Orientador: Irene Maria Cardoso. 2013. 164 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

ZANELLI, F. V. *et al.* Intercâmbios agroecológicos: aprendizado coletivo. **Informe Agropecuário**, v. 36, n. 287, p. 104–113, 2015.

Capítulo 13

La eficiencia energética de la producción agropecuaria no industrial

Jaime Fabián Cruz Uribe, Flávio Medeiros Vieites, Christiane Silva Souza,
Gustavo Adolfo Ruiz

Introducción

Los sistemas de producción agropecuarios, como cualquier sistema, requieren de energía para su funcionamiento, obtenida en buena parte del sol y en menor proporción de combustibles, electricidad, gas y otros elementos usados en los diferentes procesos que en ella se realizan. Alguna de esta energía se emplea de forma directa y otra de forma indirecta. La energía directa será aquella que se necesita en primer nivel para mover maquinaria requerida para la producción, mientras que la energía indirecta es aquella acumulada en procesos asociados al sistema productivo, como por ejemplo la energía requerida para la producción de fertilizantes utilizados en la agricultura.

La energía además de ser el factor indispensable para el funcionamiento de un sistema, es uno de los que genera mayores costos dentro de su estructura financiera. Por tanto es razonable buscar optimizar su uso, considerando la cantidad y el valor de la producción adicional obtenida por unidad y costo de la energía utilizada. Su evaluación permite que los desarrollos tecnológicos tengan efectos sobre el consumo de energía buscando la eficiencia frente a esta.

En ese sentido, los sistemas agropecuarios se clasificaron como no industriales (economía campesina) e industriales (aquellos monocultivos generados a partir de la revolución verde). Todo el desarrollo tecnológico aplicado a los sistemas industriales ha permitido dar por sentado que esta es la mejor forma de producción, y se acusa a los sistemas campesinos de tener una baja eficiencia, de no ser idóneos para alimentar una población creciente y de ser poco productivos frente a los modelos intensivos, que hacen uso de mayor tecnología con estrategias para maximizar la producción. Autores como Mushtaq *et al* (2009) encontraron que la productividad fue mayor en los países desarrollados, como resultado de la mecanización mejorada, superior tecnología y una mejor gestión de las explotaciones.

Sin embargo, se ha demostrado que la alta producción de los sistemas agropecuarios industrializados se ha basado en una alta demanda de energía. El aumento del 300 % en la producción de cereales desde 1950 es atribuible en gran medida a la introducción de cultivares de alto rendimiento, dependientes de fertilizantes nitrogenados y de riego (BOURLAUG, 2007), una forma de adicionar energía indirectamente a un sistema. Este tipo de agricultura altamente distribuida en el mundo, ha permitido que más del 40 % de los alimentos producidos actualmente, estén sustentados en la aplicación de fertilizantes nitrogenados y sus rendimientos en gran medida se relacionan con la aplicación de tecnologías que usan intensivamente la energía, desarrolladas bajo los esquemas de revolución verde. Fertilizantes como los nitrogenados obtenidos mediante procesos como el de Haber-Bosch, consumen aproximadamente 10 veces más energía que otros como el fósforo y el potasio.

Karkacier *et al* (2006), en la agricultura de Turquía en el periodo entre 1971 y 2003, encontraron que los rendimientos aumentaron en estrecha asociación con las entradas de energía. Stewart *et al* (2005) sugieren que entre el 30 y 50 % de los rendimientos actuales agrícolas son atribuibles a los fertilizantes comerciales. Durante los últimos 50 años, los volúmenes de consumo mundial de fertilizantes para la producción de cultivos industriales han aumentado de manera continua (KHAN, HANJRA, 2009).

El actual modelo agroindustrial, altamente dependiente de los combustibles fósiles, ha evidenciado su vulnerabilidad debido al incremento en los costos de energía. El crecimiento del precio del petróleo se asocia directamente con el aumento en el costo de los combustibles para la granja y los fertilizantes (GOLDMAN, 2008; PIESSE, THIRTLE, 2009), tan sólo la Urea desde el año 2000, ha cuadruplicado su precio en los mercados, lo que pudo afectar el precio de los productos hasta en un 15 % (MITCHELL, 2008). Es decir, que el modelo colaboró con un aumento desmedido en el precio de los alimentos, y que en la década pasada dejó al menos a 75 millones de personas en la pobreza extrema, dejando a la seguridad alimentaria como un eslabón débil del modelo (ALTIERI, TOLEDO, 2010). La pobreza y la seguridad alimentaria han continuado siendo un objetivo inalcanzado para cerca de 1000 millones de personas en el mundo.

Si se considera que los sistemas industriales tienen una alta dependencia con relación al uso de energía no renovable, es posible afirmar que son insostenibles. Por tanto, si la humanidad desea ser capaz de aumentar la cantidad de alimentos que serán necesarios para el año 2050 en un 70 % más, se requieren cambios radicales en los

procesos de producción, procesamiento, almacenamiento, y distribución de alimentos (GODFRAY *et al*, 2010). Spiertz (2009) propone que los sistemas industriales de alto uso de insumos deben buscar mejorar los rendimientos usando menos fertilizantes nitrogenados, mientras que los sistemas no industrializados de bajos insumos pueden requerir uso adicional de nitrógeno para mejorar los rendimientos y maximizar la rentabilidad de los recursos, aumentando la inclusión de legumbres dentro cultivos para desplazar las entradas de nitrógeno sintético (CREWS, PEOPLES, 2004).

La reducción del uso de fertilizantes es una estrategia que impacta no sólo en términos de optimización de la energía que ingresa en el sistema, sino en términos ambientales. La sincronización de aplicaciones con las necesidades de las plantas, las técnicas de aplicación que reduzcan las pérdidas por volatilización y lixiviación, el estimular un apropiado ciclo de elementos como el nitrógeno mediante el uso de compostajes y residuos (NEMECEK *et al*, 2010) y la promoción de la fijación biológica de nitrógeno por las leguminosas (CREWS, PEOPLES, 2004; NEMECEK *et al*, 2008; PELLETIER *et al*, 2008) tienen un impacto directo no sólo sobre la entrada de energía al sistema, sino sobre la emisión de gases como el óxido nitroso que contribuyen al calentamiento global. Los sistemas que hacen un uso alto de compostajes y asociaciones con plantas fijadoras de nitrógeno, les permiten disminuir el ingreso de energía indirecta a los procesos productivos. Otros insumos como pesticidas y sistemas de riego son generalmente menos relevantes para el consumo de energía, sin embargo, esto puede no ser cierto en sistemas como los hortícolas donde los tratamientos fitosanitarios son frecuentes (MOURON *et al*, 2006).

Tamaño y tipo de producción

El tamaño de la explotación, el tipo y la productividad se relacionan también con la eficiencia energética. En general los pequeños agricultores y los sistemas no industriales trabajan con mano de obra humana y animal y se tienen bajas entradas de alto valor energético como los fertilizantes de síntesis química (PIMENTEL *et al*, 2008). La industrialización ha generado que muchos agricultores dependan de la mecanización (SHAHIN *et al*, 2008). Reportes como los de Alig *et al* (2010) encuentran que granjas lecheras grandes y mecanizadas en Suiza son más eficientes energéticamente que las

explotaciones más pequeñas. Sin embargo, Erdal *et al* (2009) encontraron que las granjas de tomate de pequeña escala eran más eficientes energéticamente que las granjas grandes.

La eficiencia energética también puede verse afectada por el clima, la disponibilidad de agua, el tipo de suelo y la gestión. Sin embargo, el transporte de alimentos podría influir también en la decisión de consumo. Se ha demostrado que en algunos casos, alimentos producidos en granjas regionales cerca del consumidor pueden ser menos eficientes que los mismos producidos de una manera más favorable en otra región distante. Schlich y Fleissner (2004) determinaron que debido al clima y las diferencias de uso del suelo, los productores de cordero en Nueva Zelanda que mantienen sus rebaños en los pastizales todo el año, son mucho más eficientes en términos de la energía requerida por kilogramo de carne producida que los productores alemanes que requieren cobertizos y alimento suplementario durante cinco meses por año. Esto justifica la energía requerida para el transporte del cordero desde Nueva Zelanda hasta Alemania. Este mismo argumento fue expuesto por Carlsson-Kanyama *et al* (2003), quienes demostraron que es más eficiente transportar tomates desde el sur de Europa a Suecia que producirlos allí en invernaderos.

Aunque la ganadería constituye una oportunidad para obtener alimentos de alta calidad nutricional haciendo uso de recursos forrajeros no aptos para el consumo humano (GARNETT, 2009), la transformación en carne y leche, constituye una etapa ineficiente en términos energéticos (DENOIA *et al*, 2008), debido a la disminución de energía disponible en la medida que se asciende en la cadena trófica. Por tanto, la producción ganadera necesita mayor energía por unidad de producción que los cultivos agrícolas, debido a las ineficiencias relacionadas con la digestibilidad de la alimentación, la termorregulación, y demanda de energía para la creación de grasa y proteína que afectan la conversión final de los animales. Sin embargo, la energía asociada con la provisión de alimentos es la principal determinante del consumo energético en productos de origen animal. La eficiencia de la utilización de piensos ofrece considerables oportunidades para disminuir el uso de energía.

Molden (2007) sugiere que la producción de una caloría de proteína vegetal requiere en promedio 2,5 a 10 veces menos energía con relación a una caloría de proteína animal. Esta cifra no deja de ser interesante frente a las tendencias actuales en el aumento global del consumo de alimentos de origen animal y su asociación con los impactos ambientales (PELLETIER, TYEDMERS, 2010). Woods *et al* (2010) sugieren que la producción

animal es un sector altamente vulnerable a los costos volátiles de la energía, específicamente en aquellos que dependen de piensos agrícolas. Aunque la FAO (STEINFELD *et al*, 2006) predice una transición continua hacia la producción intensiva, las tecnologías que mejoren el aprovechamiento de la energía en las explotaciones agrícolas industriales tales como la conversión de estiércoles animales en energía y fertilizantes, pueden ser esenciales para la mitigación de tal vulnerabilidad.

Sistemas considerados altamente eficientes como la producción intensiva avícola o de carne de cerdo han evidenciado un mayor uso de energía en sistemas como los de EE.UU (PELLETIER, 2010) por lo que requieren de grandes ingresos de energía incluyendo el manejo del estiércol (STRID-ERIKSSON *et al*, 2010; LAMMERS *et al*, 2010). En ese aspecto, Nguyen *et al* (2010) han investigado acerca de la reducción en el consumo de energía en la cría de cerdos en la UE, informando que el uso de estiércol para producir metano potencialmente puede compensar el 57 % en la cadena de suministro del uso de la energía.

En cuanto a la producción de rumiantes, los costos de energía para mantener la cría de ganado también pueden ser considerables (PELLETIER *et al*, 2010, Nguyen *et al*, 2010). Los estudios no son concluyentes respecto a la eficiencia energética en sistemas intensivos que usen grano frente la producción de carne con base a pastos (KOKNAROGLU *et al*, 2007; VEYSETT *et al*, 2010). Capareda *et al* (2010) menciona que el consumo de energía aumentó en la medida que se intensificó la producción, desde un mínimo de 1.670 MJ/año/animal para una lechería a base de pasto a otros tan altos como 5.893 MJ para una instalación híbrida. Sin embargo, las necesidades de energía por kilogramo de leche disminuyen con la mejora de rendimiento de los animales, este efecto baja con rendimientos por encima 8.000 kg de leche/vaca/año. Llanos *et al* (2013) encontraron en sistemas lecheros uruguayos una relación inversa entre la eficiencia energética y la intensificación, explicada por un aumento en el consumo de energía fósil en predios intensivos, principalmente por el uso de agroquímicos y el mayor consumo de alimento comprado, que no se acompaña de un aumento proporcional a la energía producida en leche. Los predios que utilizan mayor proporción de pasturas en la dieta son los que presentaron mayor eficiencia energética. La demanda de energía también aumenta con mayores tasas de reemplazo (KRAATZ *et al*, 2010).

Los sistemas no industrializados en Latinoamérica

Latinoamérica con su heterogeneidad cultural y ecológica, ha mantenido unos sistemas de agricultura familiar que se calculan abarcan cerca del 80 % de sus explotaciones agropecuarias, desarrollada por al menos 65 millones de campesinos (TOLEDO *et al*, 2010). Su impacto social es tan alto que generan entre el 57 y 77 % del empleo y entre el 27 y 67 % de los alimentos en la región. Estos sistemas han generado el arraigo de las comunidades a sus territorios, promoviendo la conservación de los saberes ancestrales y tradiciones, así como el cuidado y mejora de las especies vegetales y animales propias de las regiones. Estos han subsistido gracias al empleo de diferentes técnicas agrícolas y al uso de recursos locales, que les permitieron crear procesos agrícolas biodiversos, resilientes, eficientes y sustentables. Ellos se han adaptado a diferentes entornos, reflejando el valor de la diversidad y la creatividad les permite adaptarse a un medio socioeconómico y ambiental cambiante durante el tiempo.

Estos sistemas representan una alternativa frente a la producción agropecuaria industrial, pues evolucionaron ecológica y socialmente de manera diferente. Su robustez ha generado sistemas resistentes frente al cambio producido por el hombre y el medio ambiente. Han minimizando el riesgo haciendo uso de la variabilidad y usando los conocimientos tradicionales y las innovaciones de los agricultores, generadas por fuertes valores culturales y formas de organización social particulares que promueven la diversidad biológica, aplican tecnologías propias para el manejo y conservación del suelo y la gestión de los recursos hídricos, y contribuyen a la seguridad y soberanía alimentaria de quienes los producen (DEWALT, 1994; KOOHAFKAN, ALTIERI, 2010).

Sistemas como los orgánicos o como los de producción campesina en Latinoamérica, a pesar de tener una menor producción podrían ser más eficientes energéticamente (PELLETIER *et al*, 2008; WILLIAMS *et al*, 2006; WILLIAMS *et al*, 2010), pues con un ingreso menor de energía al sistema generan una respuesta productiva, a pesar que en general los sistemas campesinos, han sido subvalorados y generalmente estigmatizados como poco eficientes. Sin embargo, en la realidad han contribuido en la erradicación del hambre, la pobreza y el uso sostenible de los recursos naturales (FAO, 2014). Nicholls y Altieri (2012) mencionan que una hectárea de la asociación maíz – frijol es capaz de producir 4.230.000 calorías por año (suficiente para 7 personas/año), obteniendo una razón muy favorable entre la energía cosechada y la usada para producir,

que en sistemas con mano de obra familiar es del orden de 10:1 y con uso de animales es de 5:1. Esto es mucho mejor que lo obtenido por un productor de maíz en medio oeste americano que tiene retornos de 3 calorías por 1 invertida.

De la misma manera Alonso y Guzmán (2010) encontraron una mayor eficiencia de energía no renovable en 78 cultivos orgánicos en España, en comparación con cultivos convencionales. Mora – Delgado *et al* (2006) en Costa Rica también encontraron una mayor eficiencia energética para obtener 1 kg de café en cereza en sistemas cafeteros campesinos con tecnología orgánica (0,51 MJ kg⁻¹) frente a los de tecnología convencional (1,06 MJ kg⁻¹) y mixta (0,96 MJ kg⁻¹), a pesar que estos últimos tenían mayor eficiencia financiera.

Los sistemas alternativos no convencionales y no industrializados, han sobrevivido a diferentes condiciones económicas y ambientales, a través del tiempo, por su capacidad de resiliencia y adaptación. Su fortalecimiento permitirá un desarrollo rural sustentable, basados en un consumo racional de energía, la conservación de recursos genéticos locales, y la promoción de los procesos de seguridad y soberanía alimentaria.

Referencias

ALIG, M.; MIELEITNER, J.; BAUMGARTNER, D. **Umweltwirkung der Milchproduktion (Environmental impact of milk production)**. Presented at Ökobilanzierung Landwirtsch. Betriebe, 24 nov, Zurich, Switz, 2010.

ALONSO, A.; GUZMAN, G. Comparison of the efficiency and use of energy in organic and conventional farming in Spanish agricultural systems. **Journal of Sustainable Agriculture**, v. 34, n. 3, p. 312–38, 2010.

ALTIERI, A.; TOLEDO, V. **La revolución agroecológica de América Latina: Rescatar la naturaleza, asegurar la soberanía alimentaria y empoderar al campesino**. El Otro Derecho 42. Dic. ILSA. Bogotá. 40 p. Disponible en: <http://biblioteca.clacso.org.ar/Colombia/ilsa/20130711054327/5.pdf>. Acceso en: 22 mar. 2015.

BORLAUG, N. Sixty-two years of fighting hunger: personal recollections. **Euphytica**, v. 157, p. 287–297, 2007.

CARLSSON-KANYAMA, A.; EKSTROM, M.; SHANAHAN, H. Food and life cycle energy inputs: consequences of diet and ways to increase efficiency. **Ecological Economics**, v. 44, n. 2-3 p. 293–307, 2003.

CAPAREDA, S. *et al*. Energy usage survey of dairies in the southwestern United States. **Applied Engineering in Agriculture**, v. 26, n. 4, p. 667–75, 2010.

CREWS, T.; PEOPLES, M. Legume versus fertilizer sources of nitrogen: ecological tradeoffs and human needs. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 102, n. 3, p. 279–97, 2004.

DENOIA, J. *et al.* Análisis de la gestión energética en sistemas de producción ganaderos. **Revista FAVE**, v. 7, n. 1-2, p. 43–56, 2008.

DEWALT, B. R. Using indigenous knowledge to improve agriculture and natural resource management. **Human Organization**, v. 53, n. 2, p. 123–131, 1994.

ERDAL, H.; ESENGUN, K.; ERDAL, G. The functional relationship between energy inputs and fruit yield: a case study of stake tomato in Turkey. **Journal of Sustainable Agriculture**, v. 33, n. 8, p. 835–847, 2009.

GARNETT, T. Livestock-related greenhouse gas emissions: impacts and options for policy makers. **Environmental Science & Policy**, v. 12, n. 4, p. 491–503, 2009.

GODFRAY, C. *et al.* Food security: the challenge of feeding 9 billion people. **Science**, v. 327, p. 812–188, 2010.

GOLDMAN, S. **The Revenge of the Old ‘Political’ Economy**. Glob. Res. Int./Goldman Sachs, New York, NY. <http://www2.goldmansachs.com/ideas/global-economic-outlook/commoditiestherevenge.pdf>, 2008.

KARKACIER, O.; GOKTOLGA, Z.; CICEK, A. A regression analysis of the effect of energy use in agriculture. **Energy Policy**, v. 34, n. 18, p. 3796–3800, 2006.

KHAN, S.; HANJRAM. Footprints of water and energy inputs in food production—global perspectives. **Food Policy**, v. 34, n. 2, p. 130–40, 2009.

KOKNAROGLU, H.; EKINCI, K.; HOFFMAN, M. Cultural energy analysis of pasturing systems for cattle finishing programs. **Journal of Sustainable Agriculture**, v. 30, n. 1, p. 5–20, 2007.

KOOHAFKAN, P.; ALTIERI, M. **Globally important agricultural heritage systems: a legacy for the future**, Rome, UN-FAO, 2010.

KRAATZ, S.; BERGW; BRUSCH, R. Factors influencing energy demand in dairy farming. **South African Journal of Animal Science**, v. 39, n. 5, p. 137–40, 2010.

LAMMERS, P. *et al.* Energy and carbon inventory of Iowa swine production facilities. **Agricultural Systems**, v. 103, n. 8, p. 551–561, 2010.

LLANOS, E. *et al.* Eficiencia energética em sistemas lecheros Del Uruguay. **Agrociencia Uruguay**, v. 17, n. 2, p. 99–109, 2013.

MITCHELL, D. **A note on rising food prices**. Policy Res. Work.Pap. 4682. World Bank, Dev. ProspectsGroup, Washington, DC, 2008.

MOLDEN D. **Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture.** London: Earthscan, 2007.

MORA-DELGADO, J.; RAMIREZ, C.; QUIRÓS, O. Análisis beneficio-costo y cuantificación de la energía Invertida en sistemas de caficultura campesina en Puriscal, Costa Rica. **Agronomía Costarricense**, v. 30, n. 2, p. 71–82, 2006.

MOURON, P. *et al.* Management influence on environmental impacts in an apple production system on Swiss fruit farms: combining life cycle assessment with statistical risk assessment. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 114, n. 2-4, p. 311–322, 2006.

MUSHTAQ, S. *et al.* Energy and water tradeoffs in enhancing food security: a selective international assessment. **Energy Policy**, v. 37, n. 9, p. 3635–3644, 2009.

NEMECEK, T. *et al.* Life cycle assessment of Swiss farming systems: II. Extensive and intensive production. **Agricultural Systems**, v. 104, n. 3, p. 233–245, 2010.

NEMECEK, T. *et al.* Environmental impacts of introducing grain legumes into European crop rotations. **European Journal of Agronomy**, v. 28, n. 3, p. 380–393, 2008.

NGUYEN, T.; HERMANSEN, J.; MOGENSEN, L. Fossil energy and GHG saving potentials of pig farming in the EU. **Energy Policy**, v. 38, n. 5, p. 2561–2571, 2010.

NGUYEN, T.; HERMANSEN, J.; MOGENSEN, L. Environmental consequences of different beef production systems in the EU. **Journal of Cleaner Production**, v. 18, n. 8, p. 756–766, 2010.

NICHOLLS, C.; ALTIERI, M. Modelos ecológicos y resilientes de producción agrícola para el siglo XXI. **Agroecología**, v. 6, p. 28–37, 2012.

PELLETIER N. **What's at steak? Ecological economic sustainability and the ethical, environmental, and policy implications for global livestock production.** PhD thesis. Dalhousie Univ., N.S., Can. 2010.

PELLETIER, N.; TYEDMERS, P. Forecasting potential global environment costs of livestock production 2000–2050. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 107, n. 43, p. 18371–18374, 2010.

PELLETIER, N.; RASMUSSEN, R.; PIROG, R. Comparative life cycle impacts of three beef production strategies in upper midwestern United States. **Agricultural Systems**, v. 103, n. 6, p. 380–389, 2010.

PELLETIER, N.; ARSENAULT, N.; TYEDMERS, P. Scenario-modeling potential eco-efficiency gains from a transition to organic agriculture: life cycle perspectives on Canadian canola, corn, soy and wheat production. **Environmental Management**, v. 42, n. 6, p. 989–1001, 2008.

- PIESSE, J.; THIRTLE, C. Three bubbles and a panic: an explanatory review of recent food commodity price events. **Food Policy**, v. 34, n. 2, p. 119–129, 2009.
- PIMENTEL, D. *et al.* Energy inputs in crop production in developing and developed countries. *In: Food, Energy, and Society*. ed. PIMENTEL, M.; PIMENTEL, D. New York: CRC Press. 3rd ed., p. 137–159. 2008.
- SCHLICH, E.; FLEISSNER, U. The ecology scale: assessment of regional energy turnover and comparison with global food. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 10, n. 3, p. 219–23, 2004.
- SHAHIN, S. *et al.* Effect of farm size on energy ratio for wheat production: a case study from Ardabil Province of Iran. **American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 3, n. 4, p. 604–608, 2008.
- SPIERTZ, J. Nitrogen, sustainable agriculture and food security: a review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 30, n. 1, p. 43–55, 2009.
- STEINFELD, H. *et al.* **Livestock's Long Shadow Environmental Issues and Options**. Rome, Italy: FAO UN, 2006.
- STEWART, W. *et al.* The contribution of commercial fertilizer nutrients to food production. **Agronomy Journal**, v. 97, n. 1, p. 1–6, 2005.
- STRID-ERIKSSON, I. *et al.* Environmental systems analysis of pig production: impact of feed choice. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 10, n. 2, p. 143–54, 2004.
- TOLEDO, V. M.; BOEGE, E.; BARRERA-BASSOLS, N. The biocultural heritage of México: an overview. **Landscape**, v. 3, p. 6–10, 2010.
- VEYSETT, P.; LHERM, M.; BEBIN, D. Energy consumption, greenhouse gas emissions and economic performance assessments in French Charolais suckler cattle farms: model-based analysis and forecasts. **Agricultural Systems**, v. 103, n. 1, p. 41–50, 2010.
- WILLIAMS, A.; AUDSLEY, E.; SANDARS, D. Environmental burdens of producing bread wheat, oilseed rape and potatoes in England and Wales using simulation and system modeling. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 15, n. 8, p. 855–868, 2010.
- WILLIAMS, A.; AUDSLEY, E.; SANDARS, D. Determining the environmental burdens and resource use in the production of agricultural and horticultural commodities. **Main Rep. DEFRA Res. Proj.IS0205**, Cranefield Univ.http://randd.defra.gov.uk/Document.aspx?Document=IS0205_3959_FRP.doc, 2006.
- WOODS, J. *et al.* Energy and the food system. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 365, p. 2991–3006, 2010.

Capítulo 14

Aplicação de Modelos Computacionais em Agroecossistemas*

Daniel Carneiro de Abreu, Luana Molossi, Lucas Figueiredo Ferreira,

João Alex de Medeiros

Introdução

As Ciências Agrárias avançaram significativamente nas últimas décadas, permitindo não somente o avanço do conhecimento científico, mas também que a produção de alimentos, ração, fibra e energia ocupassem patamares nunca antes experimentados na história da humanidade. Hoje, é possível estimar o crescimento e produção das culturas em sistemas a partir de informações climáticas como temperatura, radiação solar, precipitação e velocidade do vento, e parâmetros físicos, químicos e biológicos do solo sob determinado manejo de fertilização, plantas daninhas ou adventícias, pragas e doenças e irrigação. Em sistemas de criação de animais, pode-se estimar o desempenho da produção de carne, leite, ovos e lã em função da genética, fase de crescimento, sexo, sanidade e fatores do ambiente como os manejos nutricional, alimentar, reprodutivo, entre outros.

Informações técnicas e/ou científicas estão cada dia mais acuradas e disponíveis em revistas e periódicos de livre acesso. Entretanto, é necessário integrar todas as áreas das Ciências Agrárias como, por exemplo, Ciência do Solo, Fitotecnia, Silvicultura, Mecanização Agrícola, Produção Animal e Agrometeorologia, para que se possam gerar previsões ou estimativas de desempenho tanto técnico, como econômico e ambiental. Para isso, a interação com outras áreas do conhecimento, como a Ciência da Computação, faz-se necessário para análise completa do agroecossistema através da modelagem computacional (*Modeling Agricultural Systems*). Esse recurso tornou-se uma ferramenta indispensável aos pesquisadores, técnicos, produtores e até legisladores – principalmente com o advento da criação, em 1981, do computador pessoal (PC) pela IBM (JONES *et*

* O presente trabalho foi realizado com apoio do Serviço Nacional de Aprendizagem Rural - MT (Projeto Profissionais do Campo).

al, 2016) – para difundir, levar e estender os conhecimentos técnico-científicos e descobertas da ciência, para que tanto decisões técnicas quanto políticas e/ou econômicas sejam eficazes, contestando até mesmo antigos dogmas (TEDESCHI, 2006) e reduzindo o uso de recursos que seriam empregados em ensaios experimentais (JONES *et al*, 2016). Para pesquisadores, o auxílio da computação permite melhorias significativas na capacidade de testes de novas hipóteses através da análise e delineamento de experimentos específicos com melhor explanação dos mecanismos fisiológicos, ou até mesmo climáticos, que interferem ou influenciam fenômenos e processos de interação química, física e biológica (STERK *et al*, 2006; ROTZ *et al*, 2018).

Os agroecossistemas, ou sistemas de produção agropecuária, são ecossistemas dinâmicos e complexos, o que exige enfoque multidisciplinar das relações entre os componentes: solo, planta, animal, implementos, recursos humanos, capital, atmosfera e outros insumos que são controlados em parte pelos produtores, e influenciados em diferentes graus pela política econômica e fatores sociais que operam em diferentes níveis. A sustentabilidade no agroecossistema pode ser entendida, em alguns casos, como sinônimo de eficiência no uso dos recursos disponíveis, uma vez que o seu desempenho depende de processos físicos, químicos e biológicos de seus componentes, por sua vez influenciados, principalmente, pelo tempo e clima. Por essa razão, a modelagem computacional poderá auxiliar decisões técnicas, permitindo que sejam delineadas com objetivo de aumentar a eficiência no uso dos recursos disponíveis como fertilizantes reativos, defensivos agrícolas, entre outros, uma vez que o desempenho técnico do agroecossistema depende dos processos descritos.

Para isso, a aplicação de *softwares* de modelagem vem sendo difundida e reportada na literatura científica em várias regiões do mundo de forma a retratar, por meio de modelos, o funcionamento de diferentes ecossistemas (ROTZ *et al*, 1989; IKERD, 1993; PANNELL, 1996; KROPFF *et al*, 2001; TEDESCHI, 2006; BRYANT, SNOW, 2008; LI *et al*, 2012; JONES *et al*, 2016; ASCOUGH *et al*, 2019) na busca por mais eficiência e redução do impacto ambiental. Dessa forma, este capítulo de revisão da literatura foi conduzido com o objetivo de descrever três *softwares* computacionais popularmente aplicados na avaliação técnica de sistemas agropecuários. A revisão foi estruturada em:

- Descrição dos modelos *Integrated Farm System Model* (IFSM); *DeNitrification and DeComposition* (DNDC); *Agricultural Policy/Environmental Policy Integrated Climate Model* (APEX/EPIC) e sua utilização.

Modelagem Computacional de Agroecossistemas

A modelagem computacional consiste na aplicação de modelos matemáticos aliados à Ciência da Computação para avaliação, simulação, análise, compreensão e estudo de eco e agroecossistemas, fenômenos, interações que podem apresentar magnitude complexa em diferentes áreas do conhecimento (física, química, biológica, agrárias, entre outras). Já o modelo matemático é uma equação ou conjunto de equações que representa o comportamento de um sistema (THORNLEY, FRANCE, 2007; BARIONI *et al*, 2011), a exemplo do agroecossistema, ou as representações matemáticas de mecanismos que regem os fenômenos naturais (TEDESCHI, 2006). Entretanto, o desenvolvimento de modelos e sua capacidade preditiva são limitados pela disponibilidade de dados para sua parametrização, validação ou aplicação (BARIONI *et al*, 2011). Todos os modelos apresentam limitações em representar a realidade; as mensurações observadas diretamente, utilizando métodos ou metodologias científicas são, certamente, mais precisas e exatas que as estimações realizadas de modelos (STERMAN, 2002).

AHUJA *et al* (2002) ressaltam algumas limitações e problemas que necessitam ser considerados para melhorar a utilização dos modelos. Segundo os autores, as questões mais importantes são:

1. Modelos devem ser testados e avaliados cientificamente sob diferentes condições de solo, clima e manejo, com dados experimentais de alta resolução no tempo e espaço;
2. Dados experimentais disponíveis na literatura devem ser utilizados, caso possuam protocolos experimentais padronizados e reconhecidos pela comunidade científica e os valores estimados na modelagem possam ser verificados através de experimentos (ensaios);
3. Melhores métodos são necessários para determinar os parâmetros para diferentes escalas (espacial e temporal) de produção e agregar os resultados da simulação de parcelas experimentais para condições reais de produção em larga escala;
4. Rápida atualização dos avanços da ciência, métodos e conhecimentos descobertos para que a acurácia do banco de dados seja aumentada;
5. Comunicação e coordenação são necessárias entre os desenvolvedores de modelos nas áreas de modelagem, parametrização e avaliação;

6. Melhor colaboração entre programadores (*model developers*) e pesquisadores para correta coleta de dados experimentais e, posteriormente, avaliação e aplicação de modelos. Os pesquisadores devem participar desde o início do desenvolvimento do modelo e não somente com o fornecimento de dados para validação (avaliação) do modelo;
7. Necessidade urgente de avanço da ciência para preencher a lacuna do conhecimento (*knowledge gap*) sobre efeito do manejo agrícola nas propriedades e processo no solo-planta-atmosfera, resposta da planta sob *stress* hídrico, nutriente e temperatura, e o efeito natural de insetos e doenças.

Assim como outras áreas, a modelagem é também considerada como uma área multidisciplinar que trata da aplicação de modelos matemáticos e técnicas da computação à análise, compreensão e estudo da fenomenologia de problemas complexos em diferentes áreas do conhecimento. Modelos apresentam inúmeras vantagens, como a melhor compreensão das respostas produtivas do sistema a estímulos externos, projeções futuras, riscos e situações atípicas, como veranicos em períodos do cultivo da lavoura. Na avaliação técnica de agroecossistema, é possível identificar estratégias de ação eficazes por meio de técnicas de análises de sensibilidade, avaliação de cenários e otimização que podem ser integrados no modelo a custo baixo e tempo relativamente curto quando comparado a ensaios experimentais. Atualmente, muitos modelos vêm sendo desenvolvidos para dar suporte a decisões táticas, como exemplo, quando aplicar defensivo, irrigar e vender animais (JONES *et al*, 2016).

Há mais de 50 anos, a integração dessas áreas e modelagem vem passando por constantes evoluções e aferições (AHUJA *et al*, 2002; JONES *et al*, 2016). Felizmente, com isso, as tecnologias da ciência da computação podem ser integradas e utilizadas em tempo real para determinar o melhor espaçamento de plantio, preparo do solo, número de sementes por metro, variedade e/ou espécie, tratos culturais e colheita em sistemas de cultivo; e, em sistemas de criação, pode-se determinar o manejo em pastagem ou confinamento, o animal doméstico a ser criado em função da produção, entre outras informações técnicas. Todas essas informações, integradas às informações de pesquisa científica, de estações meteorológicas e/ou satélites, fornecem condições específicas do agroecossistema, corroborando para o seu manejo sustentável. Com isso, os modelos

criados passam a ser uma ferramenta útil e eficiente na pesquisa de campo, transferência de tecnologia e tomada de decisão.

Os modelos utilizados na avaliação de agroecossistemas são categorizados em dois tipos: modelos de unidade produtiva (*Whole Farm Systems*) e análise do ciclo de vida (*Life Cycle Assessment*). A utilização desses modelos vem se popularizando no meio técnico-científico, permitindo análise detalhada dos processos que ocorrem na fazenda de forma a assegurar avaliações, tanto técnicas quanto econômicas e ambientais, além de gerar subsídios para avaliar diferentes métodos, tecnologias e estratégias a serem utilizadas nos agroecossistemas de cultivo e/ou criação (CROSSON *et al*, 2011).

Descrição de modelos IFSM, DNDC e APEX/EPIC

Ao todo foram considerados três modelos que permitem aplicação em agroecossistemas (Tabela 1). Esses três modelos estão em constante avaliação/validação para representar o comportamento e/ou desempenho do sistema diante de diferentes métodos, tecnologias ou estratégias aplicadas.

Tabela 1. Descrição técnica dos modelos IFSM, DNDC e APEX/EPIC.

Nome	<i>Integrated Farm System Model</i>	<i>DeNitrification and DeComposition</i>	<i>Agricultural Policy/ Environmental eXtender</i>
<i>Disponibilidade do software</i>			
Acrônimo	IFSM	DNDC	APEX/EPIC
Desenvolvedor	USDA-ARS	UNH	USDA/TAMU
Endereço de contato	3702 Curtin Road, University Park, Pennsylvania, USA	Institute for the Study of Earth, Oceans, and Space, Durham, New Hampshire, USA	TAMU Agrilife Blackland Research 720 E. Blackland RD Temple, Texas, USA
E-mail para contato	al.rotz@ars.usda.gov	changsheng.li@unh.edu	epicapex@brc.tamus.edu
Disponível desde	2002	1989	1984
Hardware exigido	Any recent PC, 32-64 bit	Any recent PC, 64 bit	Any recent PC, 64 bit
Sistema operacional	Microsoft Windows	Microsoft Windows	Microsoft Windows
Linguagem	Fortran, C++	Visual C++ 6.0	Fortran
Sítio de acesso	www.ars.usda.gov	www.dndc.sr.unh.edu	www.epicapex.tamu.edu
Custo	Livre para uso não comercial	Livre para uso não comercial	Livre para uso não comercial

Integrated Farm System Model (IFSM)

O desenvolvimento do modelo de simulação *Integrated Farm System Model* (IFSM) iniciou-se na década de 80 quando o modelo era conhecido como *Dairy Forage Model*, utilizando submodelos de produção de forragem e milho com um submodelo de consumo animal, para estimar a produção e perda de alimentos no sistema. Esse modelo foi expandido com adição de submodelos para simular a armazenagem e desempenho animal (ROTZ *et al*, 1989; CORSON *et al*, 2007). Outras variáveis, como manejo de dejetos, preparo do solo e plantio foram adicionados, permitindo a simulação completa de uma propriedade produtora de leite (HARRIGAN *et al*, 1996). Posteriormente, foram adicionados componentes para simulação de diferentes forragens, para pastejo ou corte (feno, silagem e pré-secados), culturas como soja, milho, trigo, aveia, cevada, centeio, dentre outras, utilizadas para produção de grãos e, em alguns casos, silagem, e os processos de colheita e armazenagem. Finalmente, foram adicionadas a produção de bovinos de corte juntamente com a produção de lavoura culminando para melhorias para versão 4.4 disponível hoje do IFSM (ROTZ *et al*, 2018).

A utilização do IFSM é de grande serventia para simulação de sistemas integrados de lavoura-pecuária, devendo ser considerada a produção da lavoura e do pasto, o processo de colheita ou pastejo dos animais, armazenagem do alimento colhido, alimentação e nutrição dos animais e manejo de dejetos (Figura 1). O IFSM considera os processos biológicos e físicos do sistema agropecuário (ROTZ *et al*, 2018), incluindo os componentes, solo, planta, animal, máquina e atmosfera, e processos como plantio, colheita, manejos, entre outros (JÉGO *et al*, 2015). Durante a simulação no IFSM, a produção da lavoura e do animal, estratégias de alimentos e manejo dos animais, bem como a ciclagem de nutrientes do sistema são integrados a diferentes condições climáticas ao longo dos anos. O IFSM foi também desenvolvido e utilizado para avaliar o cultivo e o estágio de desenvolvimento fenológico de diferentes lavouras, anuais ou perenes, e o consumo de matéria seca, digestibilidade e desempenho bovinos de leite e corte (ROTZ *et al*, 1989, 1999, 2002, 2018).

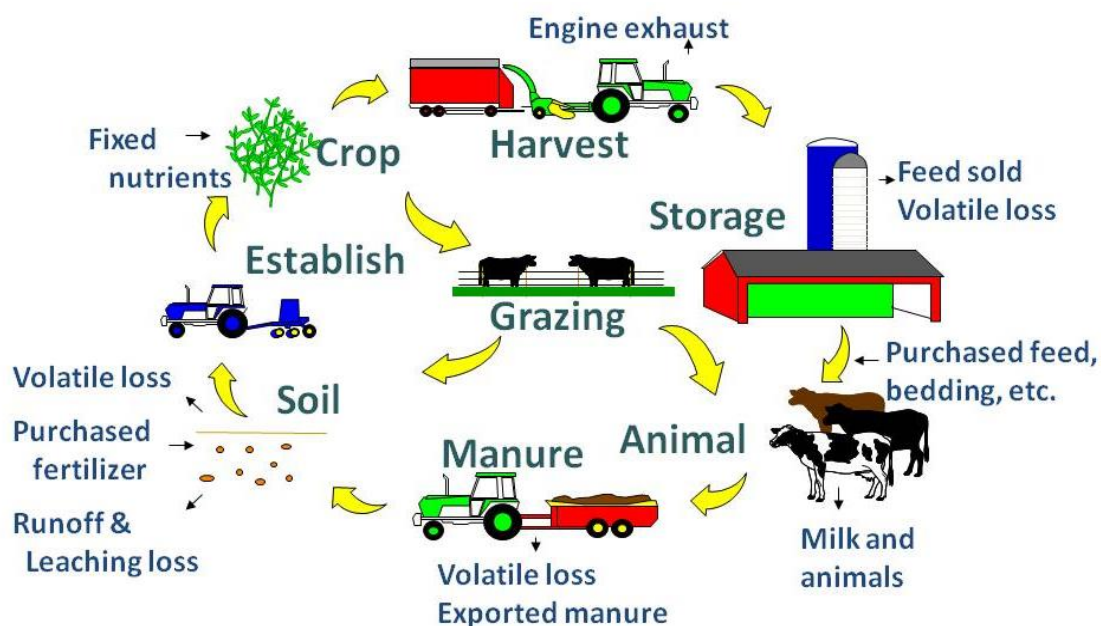


Figura 1. Modelagem biológica computacional do sistema agropecuário no modelo *Integrated Farm System Model* (IFSM, versão 4.4).

O fluxo de nutrientes no sistema é integrado e modelado para estimar o potencial de acumulação de nutrientes no solo, bem como a perda no meio ambiente (ROTZ *et al*, 2018). A quantidade de dejetos produzida pelo animal é estimada em função da quantidade de alimento e valor nutricional da dieta consumida. A volatilização de nitrogênio ocorre no estábulo, durante a armazenagem, na aplicação no campo e durante o pastejo. As perdas por desnitrificação e lixiviação no solo estão relacionadas à umidade e drenagem no perfil do solo, as quais são influenciadas pelas propriedades do solo, precipitação, manejo de dejetos e aplicação de fertilizantes. A erosão dos sedimentos é estimada em função do escoamento superficial, área do campo, propriedades físicas e químicas do solo, topografia e cobertura vegetal na área. A transformação e movimento do fósforo são simulados no solo por meio da fonte de fósforo orgânico e inorgânico aplicado e práticas de manejo no preparo do solo e plantio. O balanço da emissão de gases é obtido pela relação de carbono fixado ao longo do crescimento das plantas menos as perdas pela emissão de dióxido de carbono e metano. O balanço completo de nitrogênio, fósforo, potássio e carbono por unidade de produto agrícola ou pecuário são determinados pela soma de todos os nutrientes importados no alimento, fertilizantes, deposição e fixação biológica menos a exportação pelo leite, excesso de alimento, animais, dejetos e perdas no sistema.

DeNitrification and DeComposition (DNDC)

O modelo *DeNitrification and DeComposition* (DNDC) está implementado em um *software* de simulação computacional orientado para processos do ciclo biogeoquímico de C e N nos agroecossistemas (GILTRAP *et al*, 2010; DNDC, 2012). O modelo DNDC vem sendo utilizado para avaliar os efeitos de mudanças climáticas, uso do solo, manejo agrícola, propriedades físicas e químicas do solo e deposição de N sobre dinâmica de C e N no solo (UZOMA *et al*, 2015; LI *et al*, 2017; CUI, WANG, 2019). Sua criação iniciou-se em 1989 pela empresa de consultoria *Bruce Company* em *Washington D.C.*, e, posteriormente contemplada por um grupo de pesquisadores na área de modelagem biogeoquímica, coordenado por Robert Harris da Universidade de *New Hampshire* (LI, 1996). Foi descrito na literatura científica em 1992 por Changsheng Li e colaboradores, na avaliação da emissão de gases do efeito estufa nos Estados Unidos (LI *et al*, 1992). Entre os pesquisadores responsáveis pela criação do DNDC, o Dr. Li (1941-2015) foi quem se dedicou aos aprimoramentos, modificações, adaptações e atualizações do modelo e, assim, ao aperfeiçoamento das versões atualmente disponíveis.

Entre as versões desenvolvidas, as utilizadas para avaliação técnica de agroecossistema de produção se destacam a PnET-N-DNDC que foi integrada com Wetland-DNDC para criação do Forest-DNDC (GILTRAP *et al*, 2010) na simulação de sistemas florestais; a Crop-DNDC, desenvolvida pelo Centro de Sensoriamento Remoto em Ottawa, Canadá, utilizado para lavoura (ZHANG *et al*, 2002). Com a utilização de algumas das inúmeras versões, como a Forest-DNDC, é possível simular ecossistemas florestais e até mesmo áreas alagadas (LI *et al*, 2005). Como os outros modelos, alguns conceitos, fórmulas ou parâmetros utilizados na DNDC foram incorporados a partir de outros modelos. Atualmente, é possível simular 62 espécies de culturas em diferentes localizações, condições de clima e tempo, solo, práticas de manejo de agroecossistemas, aplicação de fertilizantes, dejetos, preparo de solo, pastejo ou corte e irrigação.

O modelo DNDC passou pelo desenvolvimento de várias versões até chegar à atual (versão 9.5.). São vários os componentes incluídos no modelo (Figura 2), os quais são divididos em dois grupos com os seguintes submodelos: o primeiro consiste em parâmetros do solo, crescimento da planta e decomposição, com predição de temperatura do solo, umidade, pH, potencial redox e concentração de substratos influenciados por fatores do ambiente (clima, solo, vegetação e atividades antrópicas); já o segundo consiste

nos processos de ciclagem de nutrientes na relação solo-planta, como a nitrificação, desnitrificação e fermentação, com estimativas de emissão de CO_2 , CH_4 , NH_3 , NO , N_2O , N_2 do sistema. O diagrama dos componentes do DNDC, ciclos biogeoquímicos de C e N e interações ecológicas são esquematizados na Figura 2, podendo ser utilizado para representar um agroecossistema específico ou uma região com intervalo de tempo simulado de alguns dias a séculos. O modelo gera um relatório anual no final da simulação do ano que consiste no crescimento das plantas ou produtividade de grãos e/ou biomassa na área, fluxo de C e N e balanço de água do ecossistema simulado.

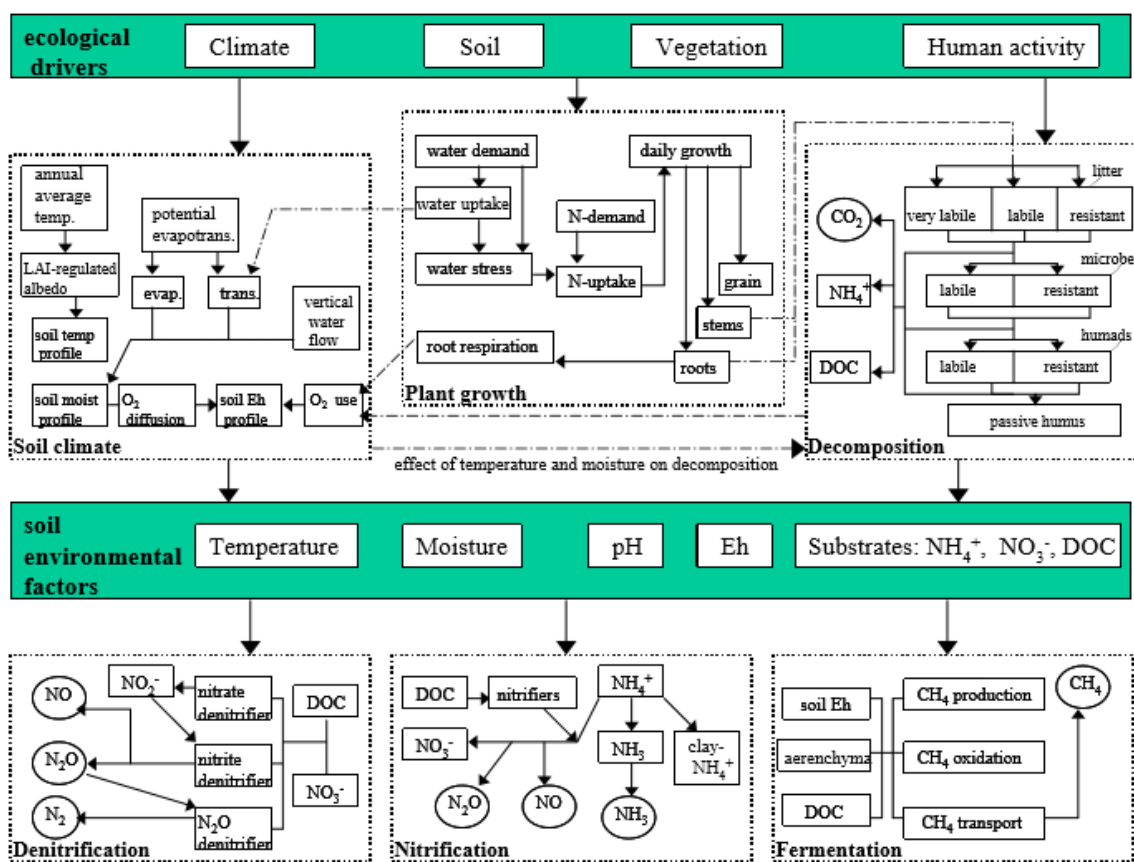


Figura 2. Estrutura do modelo *DeNitrification and DeComposition* (DNDC, versão 9.5).

Agricultural Policy/Environmental eXtender (APEX/EPIC)

O modelo *Agricultural Policy/Environmental eXtender* (APEX), versão ampliada do *Environmental Policy Integrated Climate* (EPIC), foi criado por pesquisadores da USDA e *Texas A&M University* – especialistas em modelagem – e teve sua primeira utilização descrita na literatura em 1983 (WILLIAMS *et al*, 1983; WILLIAMS *et al*, 1984) e continua sendo amplamente utilizado (JONES *et al*, 2016). Nessa época, o modelo era ainda conhecido como *Erosion Productivity Impact Calculator* e, após a

inclusão dos submodelos de qualidade da água e influência do CO₂ atmosférico (WILLIAMS *et al*, 1996), a nomenclatura foi alterada para EPIC e, atualmente, APEX. As versões mais recentes incluem novos parâmetros e características, a exemplo da ciclagem de carbono (IZAURRALDE *et al*, 2001), oriunda do modelo *Century* (PARTON *et al*, 1994).

O modelo APEX/EPIC em sua atual versão 1501 é considerado um dos mais populares modelos de simulação computacional (GASSMAN *et al*, 2010). É possível simular mais de cento e trinta culturas em diferentes sistemas de cultivo e obter a estimativa de produtividade do solo com base na influência das condições do agroecossistemas (temperatura, umidade, disponibilidade de nutrientes e luminosidade). Para isso, o modelo utiliza submodelos de crescimento fenológico da planta com parâmetros únicos para cada cultura. Durante a simulação, em condições similares e homogêneas de manejo e solo, é possível traçar estratégias técnicas de preparo do solo, manejo de fertilização, calagem, aplicação de defensivos no controle de pragas e doenças, manejo de irrigação, manejo de dejetos (Figura 3). As simulações permitem ainda verificar impacto ambiental ao longo do tempo sobre a erosão hídrica e eólica; ciclagem de nutrientes; perdas de N e P em consequência do escoamento; lixiviação sobre a perda de solo; qualidade da água; análise econômica; crescimento e desempenho produtivo das culturas. Assim como outros modelos, o APEX/EPIC permite a elaboração de cenários de simulações para vários anos em diferentes condições climáticas, inclusive efeitos da elevação de C atmosférico.

A sua utilização é considerada ampla, pois permite avaliação de diferentes estratégias de rotação, sucessão e consorciação de culturas, incluindo plantas de cobertura, diferentes manejos (i.e., plantio convencional vs. plantio direto), entre outras práticas culturais. Esse modelo vem sendo extensamente avaliado e utilizado, principalmente nos Estados Unidos, em diferentes condições de solo, clima, vegetação e manejo (GASSMAN *et al*, 2010; WANG *et al*, 2012). Gassman *et al* (2005; 2010), salientam que a flexibilidade do APEX/EPIC também levou à sua adoção dentro de vários sistemas de modelagem econômica e ambiental integradas que têm sido usadas para avaliar as políticas agrícolas na fazenda, bacias hidrográficas e/ou escala regional (TAYLOR, ADAMS, MILLER, 1992; BERNARDO *et al*, 1993; FOLTZ, LEE, MARTIN, 1993; BABCOCK *et al*, 1997; WILLIAMS *et al*, 2008; TUPPAD *et al*, 2009; GASSMAN *et al*, 2010; WANG *et al*, 2008).

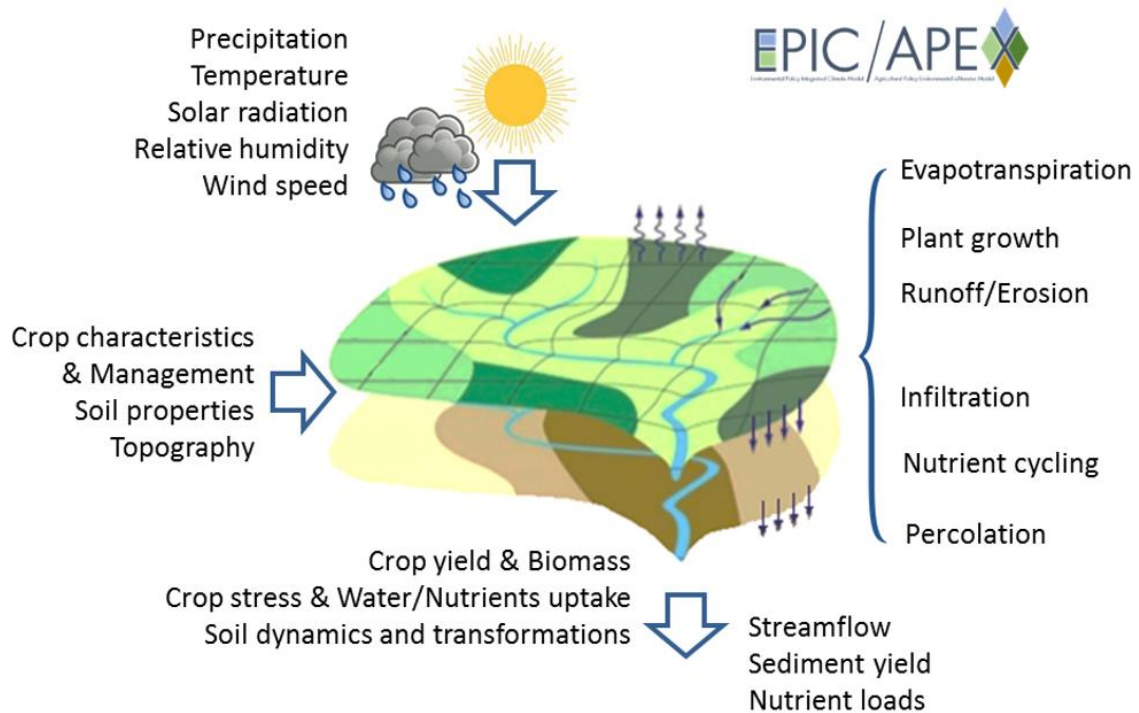


Figura 3. Avaliação do modelo *Agricultural Policy/Environmental eXtender* (APEX/EPIC, versão 1501).

Considerações finais

A aplicação de modelos computacionais representa uma oportunidade de aumentar a eficiência em termos de rendimento, análise, compreensão e orientação à tomada de decisões para adoção e aplicação eficaz de técnicas, tecnologias e estratégias nos agroecossistemas. Sua utilização representa uma ferramenta útil e eficiente também na pesquisa de campo e transferência de tecnologias. A integração dos componentes do agroecossistema, através de sistemas computacionais, é considerada pela comunidade científica como uma tecnologia importante na busca pela sustentabilidade dos agroecossistemas.

Referências

AHUJA, L. R.; MA, L.; HOWELL, T. A. Whole system integration and modeling – essential to agricultural Science and technology in the 21st century. *In*: AHUJA, L. R.; MA, L.; HOWELL, T. A. (Eds.) **Agricultural System Models in Field Research and Technology Transfer**. CRC Press: Boca Raton, FL, p. 1–7, 2002.

ASCOUGH, J. C. *et al.* Agriculture Models. **Encyclopedia of Ecology**, v. 2, p. 1–10, 2019.

- BABCOCK, B. A. *et al.* **Agricultural and Environmental Outlook**. Center for Agricultural and Rural Development: Iowa State University, 1997.
- BARIONI, L. G.; ALBERTINI, T. Z.; MEDEIROS, S. R. Modelagem matemática do balanço de gases do efeito estufa na pecuária de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 201–212, 2011.
- BERNARDO, D. J. *et al.* Economic and Environmental Impacts of Water Quality Protection Policies, Application to the Central High Plains. **Water Resources Research**, v. 29, n. 9, p. 3081–3091, 1993.
- BRYANT, J. R.; SNOW, V. O. Modelling pastoral farm agro-ecosystems: A review. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v. 51, n. 3, p. 349–363, 2008.
- CORSON, M. S. *et al.* Adaptation and evaluation of the integrated farm system model to simulate temperate multiple-species pastures. **Agricultural Systems**, v. 94, n. 2, p. 502–508, 2007.
- CROSSON, P. *et al.* A review of whole farm systems models of greenhouse gas emissions from beef and dairy cattle production systems. **Animal Feed Science and Technology**, v. 166, p. 29–45, 2011.
- CUI, G.; WANG, J. Improving the DNDC biogeochemistry model to simulate soil temperature and emissions of nitrous oxide and carbon dioxide in cold regions. **Science of the total environment**, v. 687, p. 61–70, 2019.
- FOLTZ, J. C.; LEE, J. G.; MARTIN, M. A. Farm-Level Economic and Environmental Impacts of Eastern Corn Belt Cropping Systems. **Journal Production Agriculture**, v. 6, n. 2, p. 290–296, 1993.
- GASSMAN, P. W. *et al.* **Historical Development and Applications of the EPIC and APEX Models**. (This paper was presented at the 2004 ASAE/CSAE annual international meeting in Ottawa, Ontario, Canada, as Meeting Paper No. 042097, 2005.)
- GASSMAN, P. W. *et al.* The Agricultural Policy/Environmental Extender (Apex) Model: An Emerging Tool for Landscape And Watershed Environmental Analyses. **American Society of Agricultural and Biological Engineers**, v. 53, p. 711–740, 2009.
- GILTRAP, D. L.; LI, C.; SAGGAR, S. DNDC: A process-based model of greenhouse gas fluxes from agricultural soils. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 136, p. 292–300, 2010.
- HARRIGAN, T. M.; BICKERT, W. G.; ROTZ, C. A. Simulation of dairy manure management and cropping systems. **Applied Engineering in Agriculture**, v. 12, n. 5, p. 563–574, 1996.
- IKERD, J. E. The need for a systems approach to sustainable agriculture. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 46, p. 147–160, 1993.

IZAURREALDE, R. C. *et al.* **Simulating Soil Carbon Dynamics, Erosion, and Tillage with EPIC.** (Presented at the First National), p. 1–12, 2001.

Institute for the Study of Earth, Oceans and Space, University of New Hampshire. **Denitrification and Decomposition. User's Guide for the DNDC Model of Version 9.5,** 2012. p. 104. Disponível em:
<http://www.dndc.sr.unh.edu/model/GuideDNDC95.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2019.

JÉGO, G. *et al.* Simulating forage crop production in a northern climate with the Integrated Farm System Model. **Canadian Journal Plant Science.** v. 95, n. 4, p. 745–757, 2015.

KROPFF, M. J. *et al.* Systems approaches for the design of sustainable agroecosystems. **Agricultural Systems,** v. 70, p. 369–393, 2001.

LI, C. The DNDC Model. *In: Evaluation of Soil Organic Matter Models.* v. 38, NATO ASI Series, p. 263–267, 1996.

LI, C.; FROLKING, S.; FROLKING, T. A. A model of nitrous oxide evolution from soil driven by rainfall events: 1. Model structure and sensitivity. **Journal of Geophysical Research,** n. 97, p. 9759–9776, 1992.

LI, C. *et al.* Manure-DNDC: a biogeochemical process model for quantifying greenhouse gas and ammonia emissions from livestock manure systems. **Nutrient Cycling in Agroecosystems,** v. 93, n. 2, p. 163–200, 2012.

LI, C.; FROLKING, S.; BUTTERBACH-BAHL, K. Carbon sequestration in arable soils is likely to increase nitrous oxide emissions, offsetting reductions in climate radiative forcing. **Climatic Change,** v. 72, n. 3, p. 321–338, 2005.

PANNELL, D. J. Lessons from a decade of whole-farm modeling in Western Australia. **Review of Agricultural Economics,** v. 18, n. 3, p. 373–383, 1996.

PARTON, W. J. *et al.* A General Model for Soil Organic Matter Dynamics: Sensitivity to Litter Chemistry, Texture and Management. *In: Quantitative Modeling of Soil Forming Processes.* SSSA Spec. Public. Madison, WI: Soil Science Society of America, n. 39, p. 147–167, 1994.

ROTZ, C. A. *et al.* DAFOSYM: a dairy forage system model for evaluating alternatives in forage conservation. **Journal of Dairy Science,** v. 72, p. 3050–3063, 1989.

ROTZ, C. A. *et al.* DAFOSYM: A Dairy Forage System Model for Evaluating Alternatives in Forage Conservation. **Journal of Dairy Science,** v. 72, n. 11, p. 3050–3063, 1989.

ROTZ, C. A. *et al.* The Integrated Farm System Model - Reference Manual Version 4.4. Pasture Systems and Watershed Management Research Unit. **Agriculture Research Service of United States Department of Agriculture,** 2018.

- ROTZ, C. A. *et al.* Feeding Strategy, Nitrogen Cycling, and Profitability of Dairy Farms. **Journal of Dairy Science**, v. 82, n. 12, p. 2841–2855, 1999.
- ROTZ, C. A. *et al.* Production and Feeding Strategies for Phosphorus Management on Dairy Farms. **Journal of Dairy Science**, v. 85, n. 11, p. 3142–3153, 2002.
- STERK, B. *et al.* Finding niches for whole-farm design models – contradiction in terminis? **Agricultural Systems**, v. 87, n. 2, p. 211–228, 2006.
- STERMAN, J. D. All models are wrong: reflections on becoming a system scientist. **System Dynamics Review**, v. 18, n. 4, p. 501–531, 2002.
- TAYLOR, M. L.; ADAMS, R. M.; MILLER, S. F. Farm-Level Response to Agricultural Effluent Control Strategies: The Case of the Willamette Valley. **Journal Agriculture Recourses Economics**, v. 17, n. 1, p. 173–183, 1992.
- TEDESCHI, L. O. Assessment of the adequacy of mathematical models. **Agricultural Systems**, v. 89, p. 225–247, 2006.
- THORNLEY, J. H. M.; FRANCE, J. **Mathematical models in agriculture: quantitative methods for the plant, animal and ecological sciences**. 2nd ed. CABI North American Office: Cambridge, MA, 2007.
- TUPPAD, P. *et al.* Arcapex: Arcgis interface for agricultural policy environmental extender (APEX) hydrology/water quality model. **International Agricultural Engineering Journal**, v. 18, p. 59–71, 2009.
- WANG, X. *et al.* Epic and Apex: model use, calibration, and validation. **American Society of Agricultural and Biological Engineers**, v. 55, n. 4, p. 1447–1462, 2012.
- WILLIAMS, J. R. *et al.* History of model development at Temple, Texas. **Hydrological Sciences Journal**, v. 53, n. 5, p. 948–960, 2010.
- WILLIAMS, J. R.; JONES, C. A.; DYKE, P. T. A modeling approach to determining the relationship between erosion and soil productivity. **Trans ASAE**, v. 27, n. 1, p. 129–144, 1984.
- WILLIAMS, J. R.; RENARD, K. G.; DYKE, P. T. EPIC: A new method for assessing erosion's effect on soil productivity. **Journal of soil and water conservation**, v. 38, p. 381–383, 1983.
- WILLIAMS, J. R. *et al.* Using soil erosion models for global change Studies. **Journal of Soil and Water Conservation**, v. 51, n. 5, p. 381–385, 1996.
- ZHANG, Y. *et al.* An integrated model of soil, hydrology and vegetation for carbon dynamics in wetland ecosystems. **Global Biogeochemical Cycles**, v. 16, p. 1–17 2002.

Capítulo 15

Hortaliças não convencionais e agricultura familiar na região de Viçosa-MG

Heliane Aparecida Barros de Oliveira, Renato Pereira da Silva,
Helena Maria Pinheiro Sant'Ana

Introdução

As oportunidades proporcionadas pela prática da agricultura familiar na conformação de programas de Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) no Brasil são muito diversificadas (SOUZA, 2013). A relação dual do agricultor familiar com a terra – que para além de ser seu local de trabalho, é também o seu lar – é uma destas oportunidades para se promover o resgate de hábitos e costumes, a preservação da biodiversidade e a sustentabilidade local dentro destes programas (SILVA, 2011).

Considerando que esta prática é responsável por aproximadamente 70 % da produção brasileira de alimentos, constituindo a base econômica de 90 % dos municípios brasileiros com até 20 mil habitantes e absorvendo 40 % da população economicamente ativa do país, o estudo da população de agricultores familiares, em tempos de transição nutricional, constitui um importante passo em direção à SAN (SOUZA, 2013; BRASIL, 2015).

O hábito alimentar corresponde à adoção de um tipo de prática relacionada com costumes estabelecidos tradicionalmente e que atravessam gerações, com as possibilidades reais de aquisição dos alimentos e com uma sociabilidade construída, tanto no âmbito familiar e comunitário, como compartilhada e atualizada pelas outras dimensões da vida social, contemplando, dentre elas, aspectos religiosos, loco-regionais e étnicos (RECINE, RADEALLI, 2008; CUNHA, OLIVEIRA, 2009; FREITAS *et al*, 2011). Destarte, o registro das formas de uso dos alimentos, bem como a valorização do patrimônio sociocultural de um povo é fundamental para a preservação da sabedoria popular (BRASIL, 2010; SOUZA *et al*, 2016).

A cadeia produtiva, o processamento e, por fim, o método de preparo dos alimentos, os quais variam amplamente entre áreas urbanas e rurais, podem alterar suas

características físico-químicas, podendo impactar sobre o valor nutricional dos alimentos e, por conseguinte, sobre a quantidade de nutrientes ingeridos pelas diferentes populações (BARRETT, BEAULIEU, SHEWFELT, 2010). Manter as concentrações de vitaminas e minerais nos vegetais é o grande desafio enfrentado por seus consumidores (CARDOSO *et al*, 2009). Entretanto, o cozimento pode aumentar a biodisponibilidade de fatores nutricionais, principalmente carotenoides, e promover a redução dos fatores antinutricionais presentes nos alimentos, especialmente os vegetais (PLATEL, SRINIVASAN, 2016).

Dentre os alimentos preparados para o consumo de agricultores familiares, destacam-se as Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs), sendo destas, as Hortaliças Não Convencionais (HNCs), facilmente cultiváveis e consumidas por indivíduos residentes em zonas rurais. Suas características sensoriais são apreciáveis em diversas preparações: saladas, sopas, purês, omeletes, dentre outras (KINUPP e LORENZI, 2014; VIANA *et al*, 2015; OLIVEIRA *et al*, 2019a). Ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* Mill.), mostarda silvestre (*Sinapis arvensis* L.), a serralha (*Sonchus arvensis* L.) e capiçova (*Erechtites valeriana*) são HNCs largamente utilizadas por agricultores familiares no município de Viçosa, situada no estado de Minas Gerais, Brasil (BARREIRA *et al*, 2015).

A necessidade de estudos que identifiquem os tipos de HNCs, sua composição nutricional, tipos de cultivo e sustentabilidade, e que comprovem seu potencial para a biodiversidade alimentar é premente (LIBERALESSO *et al*, 2019). O presente estudo se propôs a investigar o perfil de agricultores familiares e as técnicas dietéticas utilizadas no preparo das HNCs mais consumidas na zonal rural do município de Viçosa a partir da identificação de seus hábitos e culturas alimentares. O valor nutricional das HNCs também foi abordado neste estudo.

Material e métodos

A área de estudo foi a zona rural do município de Viçosa, localizado na Zona da Mata do estado de Minas Gerais, Brasil. Quatro hortaliças não convencionais (HNCs), mais consumidas por agricultores familiares, segundo estudo de Barreira *et al* (2015), foram selecionadas: ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* Mill.), mostarda silvestre (*Sinapis arvensis* L.), serralha (*Sonchus arvensis* L.) e capiçova (*Erechtites valeriana*) (Figura 1).

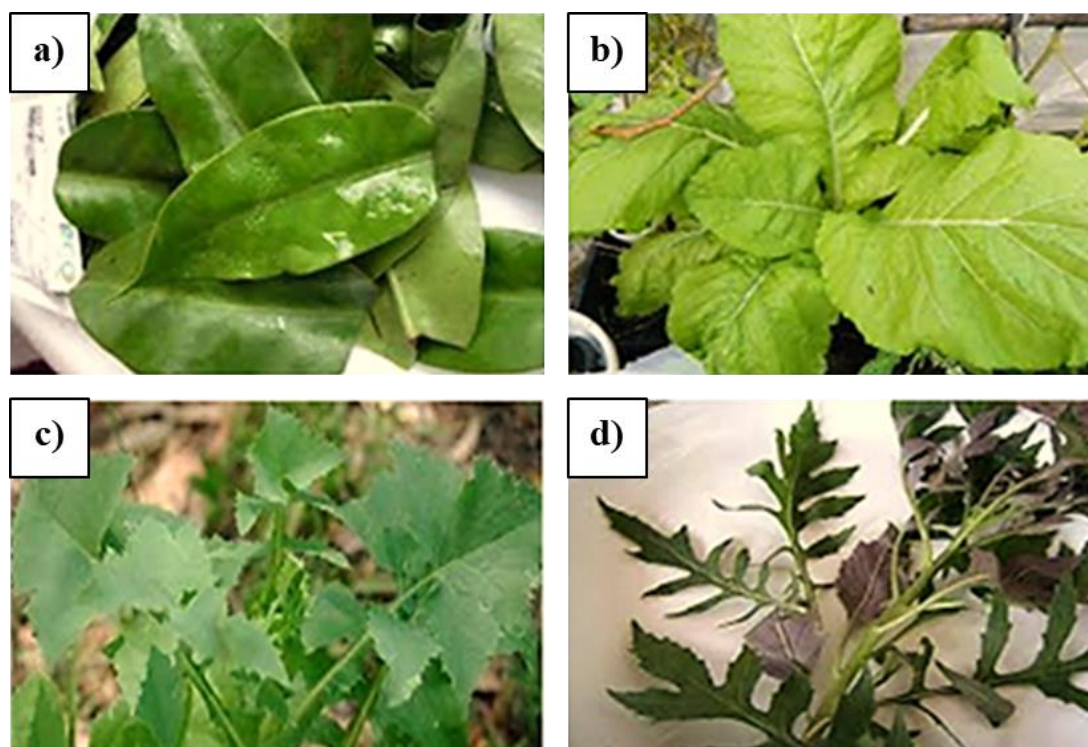


Figura 1. Hortaliças não convencionais: a) ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* Mill.), b) mostarda (*Sinapis arvensis* L.), c) serralha (*Sonchus arvensis* L.), d) capiçova (*Erechtites valeriana*).
Fonte: arquivo pessoal de Oliveira HAB.

A coleta de dados se deu após apreciação e aprovação deste estudo pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa (Ref. Nº 121/2012), seguindo os preceitos da Resolução 466/2012, do Conselho Nacional de Saúde. Assim, a pesquisa de campo ocorreu no período compreendido entre os meses de fevereiro e julho de 2015.

Seleção da amostra

Os agricultores familiares sujeitos deste estudo foram selecionados a partir da manifestação de seu desejo em participar do mesmo, quando da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, no momento das visitas domiciliares realizadas pela pesquisadora. Esta seleção foi realizada dentre os agricultores familiares residentes nas comunidades rurais do município de Viçosa, ‘Estação Velha’, ‘Palmital’, ‘Silêncio’, ‘Zig-Zag’, ‘Cachoeira de Santa Cruz’ e ‘São José do Triunfo’. Ao final deste processo foram selecionadas 08 famílias.

Levantamento do perfil dos agricultores familiares

As variáveis ‘escolaridade’, ‘gênero’, ‘estado civil’, ‘idade’, ‘ocupação’ e ‘número de indivíduos residentes na moradia’ foram coletadas a partir de um questionário semiestruturado, no qual questões acerca da ‘transmissão de conhecimentos sobre HNCs’, ‘consumo’, ‘importância’, ‘hábitos’ e ‘culturas’ alimentares em relação às HNCs, ‘condições de colheita’, ‘preparo’, ‘armazenamento’ e ‘reaproveitamento’ das HNCs também estavam presentes. Informações adicionais relativas à observação dos horários e rotinas dos moradores na residência’, ‘preparações que acompanhavam as hortaliças’, ‘presença de hortaliças nas hortas e quintais’, ‘animais alimentados com as sobras oriundas do pré-preparo das hortaliças’ e ‘alimentos disponíveis nas despensas, geladeira e armários’ foram coletadas. As narrativas de vida dos agricultores familiares ocuparam lugar de destaque na interpretação dos dados.

As entrevistas ocorreram nas residências dos agricultores, geralmente na cozinha ou em local próximo (como a varanda, por exemplo), possibilitando à pesquisadora obter dados a partir da observação de equipamentos, utensílios e alimentos presentes na residência e entorno. O tempo médio de duração das entrevistas foi de, aproximadamente, 2h30min. Todas as entrevistas foram registradas por meio de áudio e imagem, utilizando um telefone móvel e anotações em um caderno de campo. Ressalta-se que o questionário foi pré-testado em agricultores familiares não incluídos na seleção de sujeitos do estudo principal.

Levantamento das técnicas dietéticas utilizadas no preparo das hortaliças

As etapas de colheita, pré-preparo e preparo das HNCs foram realizadas pelos agricultores familiares, sendo as mesmas acompanhadas e registradas pela pesquisadora. As técnicas de pré-preparo e cocção foram as utilizadas rotineiramente pelos agricultores familiares. Assim, procurou-se analisar o valor nutricional de hortaliças não convencionais em condições reais de preparo e consumo. As hortaliças e ingredientes utilizados no preparo foram pesados em balança (Bioprecisa, BS 3000), com capacidade mínima de 5 g e máxima de 3000 g. As temperaturas foram aferidas por um termômetro digital infravermelho com mira a laser (Matsuri, temperatura de – 50 °C a 320 °C) e o tempo de preparo foi monitorado. Foram registrados os equipamentos e utensílios

utilizados em todas as etapas de pré-preparo e preparo das HNCs. Para obtenção do peso bruto (PB), as hortaliças foram pesadas antes de qualquer manipulação. Posteriormente, foram retiradas as partes não comestíveis, como talos maiores e folhas velhas. Em seguida, foram submetidos à nova pesagem para determinação do peso líquido (PL). O fator de correção (FC) foi calculado por meio da seguinte equação: $FC = PB/PL$. Durante o preparo, registrou-se a temperatura de cocção e o tempo total de preparo, bem como os pesos brutos e líquidos dos ingredientes acrescentados (COSME *et al*, 2012). Após o preparo, foi realizada uma nova pesagem da hortaliça preparada, com o objetivo de calcular o fator de cocção (FC_ç), o qual foi obtido por meio da relação entre o peso do alimento preparado (cozido) e o somatório do peso do alimento e seus ingredientes de preparo antes da cocção ($FC_{\text{ç}} = PL/PB$) (SILVA *et al*, 2012). Foram registrados os pesos das porções servidas habitualmente pelos agricultores familiares.

Os estágios de pré-preparo das HNCs consistiam em lavar em água da torneira, descartar grandes hastes e folhas velhas e depois cortá-las em pedaços de 3 a 4 mm. Verificou-se que 100 % das famílias usavam um fogão a lenha. A técnica culinária cocção a seco (refogado) foi utilizada pelos agricultores familiares neste estudo para o preparo da HNCs, exceto para o preparo da ora-pro-nobis a qual foi submetida à técnica mista, ou seja, calor seco seguido do calor úmido (com adição de água), em uma temperatura média de 90 °C. A cocção das HNCs se deu em óleo aquecido (temperatura média de 88 °C), acrescidas de condimentos (alho e sal).

Seleção e coleta de amostras das HNCs para análises laboratoriais

Amostras cruas e cozidas foram coletadas, acondicionadas em sacos plásticos e embrulhadas em papel alumínio, identificadas e transportadas para o laboratório em caixas de isopor. No laboratório, as amostras foram armazenadas em sacos plásticos hermeticamente fechados, identificados e protegidos da luz e congelados (-18 ± 1 °C) até o momento da análise (máximo de 180 dias).

Análises do valor nutricional

A) Macronutrientes, umidade, cinzas, fibra total e análise de minerais

A análise foi realizada em três repetições. Umidade, cinza, proteína, fibra dietética total e lipídios foram analisados de acordo com a AOAC (2012). Os carboidratos foram

calculados como a diferença, usando a equação: $[100 - (\% \text{ umidade} + \% \text{ lipídios} + \% \text{ proteínas} + \% \text{ fibra alimentar total} + \% \text{ de cinzas})]$. O valor energético total de hortaliças não convencionais foi estimado considerando os fatores de conversão de 4 kcal.g^{-1} para proteína ou carboidrato e 9 kcal.g^{-1} para lipídio. Concentrações de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), cobre (Cu), manganês (Mn), ferro (Fe), zinco (Zn) e magnésio (Mg) foram determinadas de acordo com Gomes e Oliveira (2011) por espectrometria de emissão atômica com plasma indutivamente acoplado.

B) Extração e análise de carotenoides, vitaminas e compostos fenólicos

A análise foi realizada em cinco repetições. Durante a análise, as amostras e os extratos foram protegidos da luz solar e luz artificial e protegidos do oxigênio.

Carotenoides

Foi investigada a ocorrência e a concentração de luteína e β -caroteno nas hortaliças, visto que essas são as formas mais comumente encontradas em hortaliças folhosas verdes. O processo de extração dos carotenoides foi realizado de acordo com Rodriguez-Amaya (2001). Cerca de 3 a 5 g de amostra foram triturados em micro triturador de velocidade média, em 60 mL de acetona refrigerada (dividida em três volumes de 20 mL) por aproximadamente 4 minutos. O material foi filtrado a vácuo em funil de büchner utilizando-se papel de filtro. Em seguida, o filtrado foi transferido, aos poucos, para um funil de separação, onde foram adicionados 50 mL de éter de petróleo refrigerado, visando à transferência dos pigmentos da acetona ao éter.

Cada fração foi lavada com água destilada três vezes retirando-se toda a acetona. Foi acrescentado sulfato de sódio anidro para não prejudicar a evaporação do material. A concentração do material foi feita por evaporação do extrato em éter de petróleo, usando evaporador rotativo em temperatura de $35 \text{ }^\circ\text{C}$. Os pigmentos foram, então, redissolvidos em quantidade conhecida de éter de petróleo (balão volumétrico de 25 mL) e armazenados em frascos de vidro âmbar em freezer ($-18 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$), até a análise dos carotenoides. As análises de carotenoides nas hortaliças foram feitas por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), com detecção por arranjo de diodos (DAD). Para análise, uma alíquota (2 mL) do extrato armazenado em éter de petróleo foi evaporada sob fluxo de nitrogênio gasoso e, em seguida, recuperada na mesma quantidade de acetona grau HPLC e filtrada em unidade filtrante com $0,45 \text{ }\mu\text{m}$ (Millipore, Brasil). Foram injetados $50 \text{ }\mu\text{L}$

de extrato para todas as amostras. As análises de carotenoides seguiram as condições cromatográficas desenvolvidas por Pinheiro-Sant'Ana *et al* (1998): coluna cromatográfica de fase reversa Phenomenex Gemini (250 x 4 mm i.d., 5 µm), munida de coluna de guarda Phenomenex ODS (C18), 4 mm x 3mm; fase móvel – metanol: acetato de etila: acetonitrila (80:10:10); fluxo da fase móvel: 2,0 mL/minuto; tempo de corrida: aproximadamente 12 a 15 minutos. Os cromatogramas foram lidos em comprimento de onda de 450 nm.

Vitamina A

O valor de vitamina A foi calculado segundo as recomendações do Institute of Medicine (2001) em que 1 Equivalente de Atividade de Retinol (RAE) equivale a 1 µg de retinol, 12 µg de β-caroteno ou 24 µg de outros carotenoides pro-vitamínicos.

Vitamina C

As condições de extração e análise de vitamina C (na forma de ácido ascórbico - AA) foram realizadas de acordo com a metodologia proposta por Campos *et al* (2009). Para extração, foram pesados aproximadamente 5 g de amostra, previamente homogeneizada em mini processador de alimentos. A amostra foi triturada por 5 minutos em 15 mL de solução extratora contendo ácido metafosfórico 3 %, ácido acético 8 %, ácido sulfúrico 0,3 N e EDTA 1 mM e filtrada a vácuo em funil de büchner. O volume foi completado para 25 mL em balão volumétrico, com água ultrapura e centrifugado a velocidade de 4000 rpm (1789 g) durante 15 minutos antes de ser acondicionado em geladeira (em torno de 0 ± 2 °C) até o momento da análise.

As análises de ácido ascórbico nas hortaliças foram feitas por CLAE-DAD. Antes da análise, o material foi novamente filtrado utilizando-se unidades filtrantes com 0,45 µm (Millipore, Brasil), sendo injetados 50 µL de amostra. As condições de análise do AA foram: coluna cromatográfica Phenomenex Synergi Hydro (250 x 4 mm i.d., 4 µm) munida de coluna de guarda Phenomenex C18, 4 mm x 3mm; fase móvel – água ultrapura contendo 1 mM de fosfato monobásico de sódio, 1mM de EDTA e pH ajustado para 3,0 com ácido fosfórico; fluxo da fase móvel: 1,0 mL/minuto; tempo de corrida:

aproximadamente 5 minutos. Os cromatogramas foram lidos em comprimento de onda de 245 nm (CAMPOS *et al*, 2009).

Vitamina E

A extração e análise dos componentes da vitamina E (α -, β -, γ - e δ -tocoferóis e tocotrienóis) foram realizadas de acordo com Pinheiro-Sant'Ana *et al* (2011) com modificações. Foram pesados de 5 a 10 g de amostra previamente homogeneizada em processador de alimentos. Em seguida, foram adicionados 4 mL de água ultrapura aquecida (aproximadamente 80 °C), 5 g de sulfato de sódio anidro, 10 mL de isopropanol e 1 mL de hexano contendo 0,05 % de BHT e 25 mL de solução solvente (hexano: acetato de etila, 85:15, v/v), sendo essa mistura triturada e filtrada a vácuo. Após a extração e filtração, o resíduo retido no filtro foi lavado com 15 mL de solução solvente e este transferido ao tubo de trituração onde a etapa de extração foi repetida adicionando-se 5 mL de isopropanol e 30 mL de mistura solvente, com posterior homogeneização e filtração a vácuo. Em seguida, o extrato foi concentrado em evaporador rotativo (Tecnal, TE-211, São Paulo, Brasil), utilizando temperatura de 70 ± 1 °C (2 minutos) e transferido para balão volumétrico, sendo o volume completado com solução solvente para 25 mL. Após a completa homogeneização do extrato, uma alíquota de 5 mL foi evaporada em nitrogênio gasoso e armazenada em vidros âmbar hermeticamente vedados em temperatura de -18 ± 1 °C, até o momento da análise cromatográfica. As análises dos tocoferóis e tocotrienóis foram realizadas por CLAE, com detecção por fluorescência, utilizando as seguintes condições cromatográficas: detector de fluorescência (290 nm de excitação e 330 nm de emissão); coluna cromatográfica Phenomenex Lun3.2.4.

Identificação e quantificação de carotenoides e vitaminas

A identificação dos compostos foi realizada comparando os tempos de retenção obtidos para os padrões e as amostras analisadas nas mesmas condições. Além disso, o carotenoide foi identificado pela comparação dos espectros de absorção da solução padrão e das amostras, utilizando o DAD. Os compostos identificados nos vegetais foram quantificados por curvas padrão externas construídas por injeção, em duplicata, de seis concentrações crescentes de soluções padrão.

Determinação do total de compostos fenólicos

Antes da realização das mesmas, as amostras, que estavam armazenadas em temperatura de congelamento (-18 ± 1 °C), foram sendo descongeladas com antecedência de 8 horas em temperatura de refrigeração (0 ± 2 °C). Um grama de hortaliças não convencionais foi adicionado a 20 mL de acetona a 70 %. Em seguida, a suspensão foi agitada (10 g, 2 h) e centrifugada (2865 g, 15 min) (Fanem, 206-R, Brasil). O extrato foi armazenado em freezer (-18 ± 1 °C) até o momento da análise. O total de compostos fenólicos nas HNCs foi determinado utilizando-se o reagente de Folin-Ciocalteu (SINGLETON, ORTHOFER, LAMUELA-RAVENTOS, 1999). Para análise, 500 µL do extrato foram adicionados a 500 µL de solução de Folin-Ciocalteu 20 % e 500 µL de solução de carbonato de sódio 7,5 %. Em seguida, a solução foi agitada em vórtex e deixada em repouso por 30 minutos em temperatura ambiente (25 ± 2 °C).

A leitura da absorvância foi realizada em espectrofotômetro (Thermoscientific, Evolution 606, USA) a 765 nm. A quantificação foi realizada por meio da curva analítica obtida através da leitura da absorvância de soluções com diferentes concentrações de ácido gálico. Os resultados foram expressos em miligramas de equivalentes de ácido gálico por grama de amostra (mg GAE/g).

Cálculo do potencial de contribuição nutricional

O potencial de contribuição nutricional das hortaliças foi calculado (Resoluções nº 359 de 23/12/2003, 360 de 23/12/2003 e 54 de 12/11/2012) e os valores diários de referência (VD) foram baseados em uma dieta de 2000 Kcal para energia, macronutrientes, vitaminas e minerais, considerando-se uma porção de hortaliça equivalente a 30 kcal.

Sistematização e análise dos dados

A partir da leitura e interpretação das respostas dos questionários, e dos dados gravados e registrados, procedeu-se à categorização das mesmas, observando-se as respostas mais recorrentes e, ou mais significativas para refletir a realidade em questão. Os agricultores familiares e suas respostas foram enumerados e agrupados de acordo com

as semelhanças, assumindo formato de tabelas e quadros. As análises do valor nutricional foram analisadas a partir de um delineamento inteiramente casualizado para os dados referentes às HNCs submetidas ao mesmo tipo de tratamento (cru ou cozido), submetidos à análise de variância (ANOVA) a 5 % de probabilidade, seguida do teste de Tukey. Com o objetivo de avaliar os efeitos do processamento em cada hortaliça (antes e após a cocção), os dados foram submetidos ao teste t pareado, ao nível de 5 % de probabilidade. A análise estatística foi realizada no programa IBM® SPSS® Statistics, versão 20.0.

Resultados e Discussão

O detalhamento do perfil dos agricultores familiares, sujeitos deste estudo, é apresentado a seguir na Tabela 1. As técnicas dietéticas habitualmente utilizadas pelos agricultores familiares estão sumarizadas no Quadro 1.

Tabela 1. Perfil dos agricultores familiares responsáveis pelo preparo das hortaliças não convencionais (HNCs) em comunidades rurais de Viçosa, MG, Brasil, 2015.

Local (Nº de famílias) *	Perfil do manipulador de HNCs				Terra própria	Nº de moradores na residência	
	Sexo	Estado civil	Idade (Anos)	Ocupação		Adulto	Criança
Palmital (1)	Mulher	Casada	45	Ativo	Sim	4	1
Cachoeirinha (2)	Mulher	Solteira	55	Ativo	Sim	3	-
	Mulher	Viúva	64	Aposentado	Sim	2	-
Estação Velha (1)	Mulher	Casada	77	Aposentado	Sim	2	-
Zig-zag (1)	Homem	Separado	65	Aposentado	Sim	3	1
São José do Triunfo (2)	Mulher	Casada	60	Ativo	Não	2	-
	Mulher	Viúva	75	Aposentado	Sim	3	2
Silêncio (1)	Mulher	Viúva	89	Aposentado	Sim	3	-

* Grau de escolaridade: Ensino Fundamental Incompleto.

Conforme observado na Tabela 1, houve predominância de indivíduos do gênero feminino, idosas, aposentadas, com ensino fundamental incompleto e com residência própria com no máximo cinco moradores nesta. Tais características predispõem estes sujeitos à uma maior disponibilidade de tempo e dedicação aos cuidados domésticos e cultivo de plantas em hortas e quintais, quando comparados às gerações seguintes (ALMEIDA; CORREA, 2012). Em relação à educação formal, todos os entrevistados relataram possuir ensino fundamental incompleto.

Muito embora o uso de calor no preparo de alimentos seja dependente de costumes locais e preferências pessoais, sua adoção foi utilizada para todas as HNCs estudadas (Quadro 1). Com o uso de calor, as condições higiênico-sanitárias, o paladar e até mesmo a digestão de certos vegetais são sensivelmente melhoradas (OLIVEIRA, 2019b).

O método de cocção utilizado pelos agricultores para as hortaliças mostarda, serralha e capiçova foi a cocção a seco (refogado), em que o alimento é cozido, em fogo baixo, preparadas em tempo médio de 3 minutos, e em pequena quantidade de óleo com a utilização da água do próprio alimento. Para a ora-pro-nobis, o método utilizado é o misto, ou seja, calor seco seguido do calor úmido (com adição de água), em fogo baixo, preparada em média 12 minutos. No presente estudo, os entrevistados preferem cortes mais finos, de 3 a 4 mm (100 %). Algumas medidas que podem minimizar possíveis perdas de nutrientes durante a manipulação das hortaliças, e entre os agricultores foram observadas: a higienização e o fatiamento próximo ao horário de preparo; o método de cocção, preferencialmente, refogado em óleo; a cocção em água com quantidade suficiente apenas para cobrir as hortaliças; a exposição da hortaliça preparada às condições do ambiente por tempo reduzido até a distribuição (Quadro 1).

Segundo a Resolução – RDC N° 359, de 23 de dezembro de 2003, uma porção de verduras, hortaliças e conservas vegetais contém cerca de 30 kcal (BRASIL, 2003). Tal valor foi adotado como referência no presente estudo para fins de comparação com a quantidade de nutriente consumida pelos agricultores rurais da zona rural do município de Viçosa. Desta forma, o potencial de contribuição de cada macro e micronutriente, específico para cada HNC estudada, é apresentado na Tabela 2.

A porção consumida das HNCs superou valor energético e quantidade de macro e micronutrientes a porção de referência (Tabela 2). O detalhamento da composição centesimal das HNCs, cruas e preparadas, é apresentado a seguir na Tabela 3.

As hortaliças cruas apresentaram umidade variando de 87,1 g 100 g⁻¹ (ora-pro-nobis) a 92,4 g 100 g⁻¹ (capiçova). Nas HNCs preparadas, a umidade variou de 84,4 g 100 g⁻¹ (capiçova) a 87,8 g 100 g⁻¹ (ora-pro-nobis), sem diferença estatística (Tabela 3). A elevada concentração de água nas HNCs evidencia sua característica perecível.

Quadro 1. Técnicas dietéticas habituais utilizadas por agricultores familiares no preparo das hortaliças não convencionais (HNCs), Viçosa, MG, Brasil, 2015.

HNCs	Utensílios utilizados	Técnica de pré-preparo	Técnica de preparo
Ora-pro-nobis	Panela de alumínio/ colher de inox / bacia de plástico / faca de inox com cabo de madeira, caneco de alumínio.	Retirar os talos grandes e folhas velhas. Lavar em água corrente. Escorrer a água, juntar as folhas e picar (corte fino de 4 ± 1 mm). Tempo médio gasto: 4 ± 1 min	Calor seco + calor úmido - Aquecer o óleo, colocar os temperos (alho e sal), deixar dourar e adicionar a hortaliça higienizada. Deixar secar a “baba”, mexendo aos poucos. Acrescentar a água aos poucos e deixar cozinhar, com a panela destampada. Provar. Desligar o fogo e levar direto para consumo na própria panela, tampada. Preparar no momento de servir. Tempo médio gasto: 12 ± 3 min; Temperatura: 90 ± 3 °C Rendimento (g): 195 ± 5 Porção (g): 98 ± 3
Mostarda silvestre	Panela de alumínio/ colher de inox / bacia de plástico / faca de inox com cabo de madeira	Retirar os talos grandes e folhas velhas. Lavar em água corrente, retirar mais alguns talos grandes. Escorrer a água, juntar as folhas e picar (corte fino de 3 ± 1 mm). Tempo médio gasto: 4 ± 1 min	Calor seco - Aquecer o óleo, colocar os temperos (alho e sal), deixar dourar e adicionar a hortaliça higienizada. Mexer até “murchar”. Provar. Desligar o fogo e levar direto para consumo na própria panela, tampada. Preparar no momento de servir. Tempo médio gasto: 3 ± 2 min Temperatura: 87 ± 3 °C Rendimento (g): 182 ± 5 Porção (g): 91 ± 2
Serralha lisa	Panela de alumínio/ colher de inox / bacia de plástico / faca de inox com cabo de madeira	Retirar os talos grandes e folhas velhas. Lavar em água corrente, retirar mais alguns talos grandes. Escorrer a água, juntar as folhas e picar (corte fino de 3 ± 1 mm). Tempo médio gasto: 4 ± 1 min	Calor seco - Aquecer o óleo, colocar os temperos (alho e sal), deixar dourar e adicionar a hortaliça higienizada. Mexer até “murchar”. Provar. Desligar o fogo e levar direto para consumo na própria panela, tampada. Preparar no momento de servir. Tempo médio gasto: 2 ± 2 min Temperatura: 88 ± 2 °C Rendimento (g): 160 ± 4 Porção (g): 80 ± 3
Capiçova	Panela de alumínio/ colher de inox / bacia de plástico / faca de inox com cabo de madeira	Retirar os talos grandes e folhas velhas. Lavar em água corrente, retirar mais alguns talos grandes. Escorrer a água, juntar as folhas e picar (corte fino de 3 ± 1 mm). Tempo médio gasto: 6 ± 2 min	Calor seco - Aquecer o óleo, colocar os temperos (alho e sal), deixar dourar e adicionar a hortaliça higienizada. Mexer até “murchar”. Provar. Desligar o fogo e levar direto para consumo na própria panela, tampada. Preparar no momento de servir. Tempo médio gasto: 3 ± 1 min Temperatura: 89 ± 2 °C Rendimento (g): 189 ± 3 Porção (g): 95 ± 4

Tabela 2. Potencial de contribuição de valor energético total, macronutrientes e micronutrientes de hortaliças folhosas não convencionais da zona rural de Viçosa, MG, Brasil, 2015.

HNCs	Nutriente	Porção de Referência		Porção Consumida	
		Quantidade de Nutriente	Valor Diário (%)	Quantidade de Nutriente	Valor Diário (%)
Ora-pro-nobis	Valor energético total (Kcal)	30,0	1,5	46,0	2,3
	Carboidrato (g)	2,8	0,9	4,4	1,5
	Proteína (g)	1,3	1,7	2,0	2,6
	Lipídio (g)	1,5	2,7	2,3	4,1
	Vitamina A (µg)	192,0	32,0	294,0	49,0
	Vitamina E (mg)	1,4	13,8	2,1	21,1
	Ca (mg)	261,0	26,1	399,8	40,0
	Fe (mg)	9,1	64,9	13,9	99,4
	Mg (mg)	49,5	19,1	75,9	29,2
	Zn (mg)	0,2	2,1	0,2	3,2
	P (mg)	195,0	27,9	298,9	42,7
	Cu (µg)	44,8	5,0	68,6	7,6
	Mn (mg)	1,0	42,3	1,5	64,8
	K (mg)	145,0	3,1	221,5	4,7
Mostarda silvestre	Valor energético total (Kcal)	30,0	1,5	62,0	3,1
	Carboidrato (g)	1,4	0,5	3,0	1,0
	Proteína (g)	1,1	1,5	2,3	3,0
	Lipídio (g)	2,2	4,0	4,5	8,2
	Vitamina A (µg)	183,0	30,4	378,0	62,9
	Vitamina E (mg)	1,2	11,6	2,4	24,0
	Ca (mg)	38,6	3,9	79,9	8,0
	Fe (mg)	15,4	109,7	31,8	226,9
	Mg (mg)	8,2	3,1	16,9	6,5
	Zn (mg)	0,1	1,6	0,2	3,3
	P (mg)	197,1	28,2	407,7	58,2
	Cu (µg)	22,0	2,4	45,5	5,1
	Mn (mg)	0,1	5,5	0,3	11,5
	K (mg)	110,4	2,3	228,4	4,9
Serralha lisa	Valor energético total (Kcal)	30,0	1,5	55,0	2,8
	Carboidrato (g)	1,5	0,5	2,8	0,9
	Proteína (g)	1,0	1,3	1,8	2,4
	Lipídio (g)	2,2	4,0	4,1	7,5
	Vitamina A (µg)	123,4	20,6	229,6	38,3
	Vitamina E (mg)	0,7	6,8	1,3	12,6
	Ca (mg)	23,8	2,4	44,2	4,4
	Fe (mg)	8,9	63,9	16,6	118,9
	Mg (mg)	7,8	3,0	14,5	5,6
	Zn (mg)	0,2	2,5	0,3	4,6
	P (mg)	190,9	27,3	355,2	50,7
	Cu (µg)	25,8	2,9	48,0	5,3
	Mn (mg)	0,3	13,3	0,6	24,7
	K (mg)	110,1	2,3	204,8	4,4
Capiçova	Valor energético total (Kcal)	30,0	1,5	74,0	3,7
	Carboidrato (g)	1,9	0,6	4,7	1,6
	Proteína (g)	0,8	1,1	2,0	2,7
	Lipídio (g)	2,1	3,9	5,3	9,6
	Vitamina A (µg)	96,3	16,0	237,5	39,6
	Vitamina E (mg)	0,6	5,9	1,5	14,6
	Ca (mg)	26,4	2,6	65,3	6,5
	Fe (mg)	27,2	194,2	67,1	479,1
	Mg (mg)	5,0	1,9	12,3	4,7
	Zn (mg)	0,1	1,5	0,3	3,7
	P (mg)	137,0	19,6	339,2	48,5
	Cu (µg)	30,8	3,4	76,0	8,4
	Mn (mg)	0,5	19,6	1,1	48,3
	K (mg)	94,3	2,0	232,8	5,0

Tabela 3. Composição centesimal de hortaliças folhosas não convencionais cruas e após o preparo por agricultores familiares da zona rural de Viçosa, MG, Brasil, 2015.

HNCs	Composição	Crua	Preparada
Ora-pro-nobis	Umidade (g 100 g ⁻¹)	87,1±2,50 Aa	87,8±3,30 Aa
	Cinzas (g 100 g ⁻¹)	2,90±0,50 Aa	3,40±1,26 Aa
	Proteína (g 100 g ⁻¹)	2,80±0,10 Aa	1,90±0,20 Aa
	Lipídios (g 100 g ⁻¹)	0,40±0,10 Ba	2,30±0,54 Aa
	Carboidratos totais (g 100 g ⁻¹)	6,70±1,60 Aa	4,40±1,38 Ba
	Valor Energético (Kcal 100 g ⁻¹)	42	47
Mostarda silvestre	Umidade (g 100 g ⁻¹)	91,6±1,71 Aa	87,2±2,25 Aa
	Cinzas (g 100 g ⁻¹)	1,40±0,25 Bb	2,00±0,35 Aa
	Proteína (g 100 g ⁻¹)	2,80±0,80 Aa	2,40±0,55 Aa
	Lipídios (g 100 g ⁻¹)	1,90±0,68 Ba	4,90±1,32 Aa
	Carboidratos totais (g 100 g ⁻¹)	4,00±0,74 Aab	3,20±1,31 Aa
	Valor Energético (Kcal 100 g ⁻¹)	45	68
Serralha lisa	Umidade (g 100 g ⁻¹)	91,5±0,48 Aa	86,40±2,50 Aa
	Cinzas (g 100 g ⁻¹)	1,50±0,03 Bb	2,60±0,21 Aa
	Proteína (g 100 g ⁻¹)	2,40±0,39 Aa	2,20±0,58 Aa
	Lipídios (g 100 g ⁻¹)	0,30±0,06 Ba	5,10±1,39 Aa
	Carboidratos totais (g 100 g ⁻¹)	4,00±0,49 Aab	3,50±1,26 Aa
	Valor Energético (Kcal 100 g ⁻¹)	29	69
Capiçova	Umidade (g 100 g ⁻¹)	92,4±0,78 Aa	84,4±4,50 Ba
	Cinzas (g 100 g ⁻¹)	1,70±0,59 Bb	2,90±0,71 Aa
	Proteína (g 100 g ⁻¹)	1,80±0,52 Aa	2,10±0,34 Aa
	Lipídios (g 100 g ⁻¹)	0,80±0,03 Ba	5,50±1,58 Aa
	Carboidratos totais (g 100 g ⁻¹)	3,30±0,79 Bb	4,90±0,92 Aa
	Valor Energético (Kcal 100 g ⁻¹)	29	78

Valores expressos em matéria fresca; dados apresentados em média (três repetições) ± desvio padrão. Médias seguidas de diferentes letras maiúsculas nas linhas, para cada hortaliça, diferem entre si em função do processamento (crua ou preparada) pelo teste t pareado. Médias seguidas por diferentes letras minúsculas nas linhas, comparando as hortaliças dentro de cada processamento (crua ou preparada), diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Em relação às proteínas, não foram verificadas diferenças significativas nas HNCs cruas, nem tampouco variação significativa após seu processamento. A concentração de lipídios variou de 0,3 (serralha lisa) a 1,9 g 100 g⁻¹ (mostarda silvestre). Contudo, não houve diferença significativa entre elas (Tabela 3). Dentre as HNCs cozidas, a capiçova apresentou maior concentração de lipídios (5,5 g 100 g⁻¹), contudo, esta diferença não apresentou significância estatística. Tal valor pode ser atribuído à adição de óleo de soja

durante seu processo de cocção. As HNCs estudadas, cruas ou preparadas, apresentaram baixo valor energético (29 a 78 Kcal 100 g⁻¹), não impactando na composição de um cardápio diário (Tabela 3).

A Tabela 4 traz a ocorrência e a concentração de compostos antioxidantes presentes nas HNCs tanto cruas quanto preparadas. Luteína e β -caroteno estiverem presentes em todas as HNCs estudadas, havendo diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre hortaliças cruas e preparadas. Em relação à vitamina A, foi observado um maior valor desta na mostarda silvestre (195 RAE 100 g⁻¹) crua e também preparada (415 RAE 100 g⁻¹) (Tabela 4).

Um aumento significativo ($p < 0,05$) de γ -tocoferol e γ -tocotrienol (componentes da vitamina E) foi observado nas HNCs preparadas (Tabela 4). Este aumento possivelmente se deu devido ao processo de cocção, uma vez que o tratamento térmico e redução da umidade nas hortaliças facilita a extração da vitamina E. A adição de óleo de soja é um fator que contribui para este aumento.

A concentração de compostos fenólicos em HNCs preparadas foi superior ($p < 0,05$) à concentração nas HNCs cruas (Tabela 4). O processo de preparo pode explicar as diferenças na concentração de antioxidantes entre HNCs cruas e preparadas, uma vez que há aumento de peso pela incorporação de óleo (e temperos como alho triturado e sal) ou redução de peso pela perda de água no processo (CAMPOS *et al*, 2009).

A ocorrência e concentração de minerais nas HNCs, cruas e preparadas, são apresentadas na Tabela 5. Não foi encontrada diferença estatisticamente significante para as concentrações de fósforo (P) entre as HNCs ou ainda entre suas formas de preparo. Em relação à concentração de potássio (K), o método de preparo impactou sobre seus valores. O magnésio (Mg) nas HNCs cruas foi encontrado em concentrações entre 24 mg 100 g⁻¹ (capiçova) e 126 mg 100 g⁻¹ (ora-pro-nobis), enquanto que nas preparadas, variaram de 12,9 mg 100 g⁻¹ (capiçova) a 77,42 mg 100 g⁻¹ (ora-pro-nobis).

A concentração de cobre (Cu) foi ligeiramente superior no grupo das HNCs cruas. Em relação ao ferro (Fe), observa-se que sua concentração, para a capiçova (89,82 mg 100 g⁻¹) crua e preparada (70,66 mg 100 g⁻¹), foi significativamente superior às demais apresentadas pelas outras HNCs. Diferenças estatisticamente significantes, nas concentrações de zinco (Zn), também foram encontradas dentre as espécies de HNCs cruas e preparadas. Em relação às concentrações de manganês (Mn) foram encontradas diferenças significativas dentre as espécies de HNCs e entre as HNCs cruas e preparadas.

Tabela 4. Ocorrência e concentração de compostos antioxidantes em hortaliças não convencionais cruas e preparadas por agricultores familiares do município de Viçosa, MG, Brasil, 2015.

HNCs	Compostos	Crua	Cozida
Ora-pro-nobis	Carotenoides Totais (mg 100g ⁻¹)	3,33±0,46 Bb	5,76±0,98 Aab
	Luteína	2,32±0,60 Aa	2,00±0,28 Aa
	β-caroteno	1,01±0,38 Bb	3,60±0,52 Aa
	Valor de vitamina A (RAE 100 g ⁻¹)	84,2±31,6	300±43,3
	Vitamina E Total (mg 100g ⁻¹)	1,39±0,23 Ba	4,74±0,57 Ac
	α-tocoferol	1,02±0,30 Ba	2,15±0,66 Aab
	α-tocotrienol	0,02±0,01 Ba	0,07±0,01 Aa
	β-tocoferol	0,03±0,02 Ba	0,33±0,05 Aa
	β-tocotrienol	0,02±0,01 Ba	0,14±0,01 Aa
	γ-tocoferol	0,21±0,06 Ba	1,58±0,27 Ab
	γ-tocotrienol	0,02±0,01 Aa	0,03±0,01 Aa
	δ-tocoferol	0,05±0,01 Ba	0,41±0,09 Ab
	δ-tocotrienol	0,02±0,01 Ab	0,03±0,00 Abc
	Fenólicos Totais (mg GAE g ⁻¹)	7,86±1,59 Bb	42,8±1,11 Aa
Mostarda silvestre	Carotenoides Totais (mg 100g ⁻¹)	5,15±0,34 Ba	7,45±1,67 Aa
	Luteína	2,81±0,91 Aa	2,47±0,93 Aa
	β-caroteno	2,34±0,84 Ba	4,98±0,78 Aa
	Valor de vitamina A (RAE 100 g ⁻¹)	195±70,0	415±65,0
	Vitamina E Total (mg 100g ⁻¹)	1,43±0,14 Bb	7,68±1,57 Aa
	α-tocoferol	1,14±0,56 Ba	2,64±0,32 Aa
	α-tocotrienol	0,02±0,01 Aa	0,05±0,01 Aab
	β-tocoferol	0,03±0,01 Ba	0,19±0,06 Ab
	β-tocotrienol	0,01±0,00 Ba	0,24±0,00 Ab
	γ-tocoferol	0,20±0,11 Ba	2,97±0,76 Aa
	γ-tocotrienol	0,01±0,00 Aa	0,02±0,00 Aa
	δ-tocoferol	0,01±0,00 Bb	1,55±0,48 Aa
	δ-tocotrienol	0,01±0,00 Ab	0,02±0,00 Ac
	Fenólicos Totais (mg GAE g ⁻¹)	13,2±1,36 Ba	33,9±1,24 Aa
Serralha lisa	Carotenoides Totais (mg 100g ⁻¹)	5,39±0,88 Aa	6,51±0,94 Aa
	Luteína	3,55±0,77 Aa	3,06±1,28 Aa
	β-caroteno	1,8±0,51 Bab	3,45±0,95 Aa
	Valor de vitamina A (RAE 100 g ⁻¹)	153±65,0	287±79,2
	Vitamina E Total (mg 100g ⁻¹)	0,49±0,08 Bc	5,57±0,34 Ab
	α-tocoferol	0,30±0,12 Bb	1,57±0,55 Ab
	α-tocotrienol	0,02±0,01 Aa	0,03±0,01 Ab
	β-tocoferol	0,02±0,01 Aa	0,09±0,01 Ac
	β-tocotrienol	0,01±0,00 Ba	0,18±0,00 Ab
	γ-tocoferol	0,05±0,01 Bb	2,49±0,53 Aa
	γ-tocotrienol	0,02±0,00 Aa	0,02±0,01 Aa
	δ-tocoferol	0,01±0,00 Bb	1,14±0,52 Aa
	δ-tocotrienol	0,06±0,02 Aa	0,05±0,02 Aa
	Fenólicos Totais (mg GAE g ⁻¹)	3,60±0,79 Bc	27,1±1,91 Aa
Capiçova	Carotenoides Totais (mg 100g ⁻¹)	4,99±0,66 Aa	5,22±0,92 Ab
	Luteína	2,94±0,24 Aa	2,22±0,94 Aa
	β-caroteno	2,05±0,47 Ba	3,00±1,03 Aa
	Valor de vitamina A (RAE 100 g ⁻¹)	170±39,1	250±85,8
	Vitamina E Total (mg 100g ⁻¹)	0,44±0,09 Bc	6,68±0,69 Ab
	α-tocoferol	0,20±0,18 Bb	1,54±0,40 Ab
	α-tocotrienol	0,02±0,01 Aa	0,04±0,01 Aab
	β-tocoferol	0,04±0,02 Ba	0,15±0,01 Abc
	β-tocotrienol	0,02±0,01 Ba	0,26±0,00 Ab
	γ-tocoferol	0,11±0,03 Bab	3,08±0,57 Aa
	γ-tocotrienol	0,01±0,00 Ba	0,03±0,00 Aa
	δ-tocoferol	0,03±0,01 Bab	1,55±0,20 Aa
	δ-tocotrienol	0,01±0,00 Bb	0,03±0,00 Abc
	Fenólicos Totais (mg GAE g ⁻¹)	4,65±0,42 Bc	45,5±3,47 Aa

Valores expressos em matéria seca; dados apresentados em média (cinco repetições) ± desvio padrão. Médias seguidas de diferentes letras maiúsculas nas linhas, para cada hortaliça, diferem entre si, em função do processamento (crua ou preparada) pelo teste t pareado ($p \leq 0,05$). Médias seguidas por diferentes letras minúsculas nas linhas, comparando as hortaliças dentro de cada processamento (crua ou preparada), diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Tabela 5. Ocorrência e concentração de minerais em hortaliças folhosas não convencionais antes e após o preparo por agricultores familiares do município de Viçosa, MG, Brasil), 2015.

HNCs	Minerais (mg 100g ⁻¹)	Crua	Cozida
Ora-pro-nobis	P	339,60±54,31 Aa	305,80±79,56 Aa
	K	327,52±81,15 Aa	226,20±62,80 Ba
	Ca	649,10±13,25 Aa	408,30±23,84 Ba
	Mg	126,88±19,71 Aa	77,42±32,53 Ba
	Cu	0,11±0,27 Aa	0,07±0,19 Bab
	Fe	24,12±4,10 Ab	14,25±2,27 Bb
	Zn	0,35±0,06 Aa	0,23±0,02 Bb
	Mn	1,75±0,01 Aab	1,52±1,18 Aa
Mostarda silvestre	P	451,00±43,01 Aa	448,60±41,23 Aa
	K	341,30±58,55 Aa	251,90±27,86 Ba
	Ca	142,16±33,35 Ab	87,88±15,65 Bb
	Mg	26,72±8,57 Ab	18,66±37,01 Bb
	Cu	0,06±0,06 Ab	0,05±0,04 Ab
	Fe	62,18±22,20 Aa	34,90±2,74 Bb
	Zn	0,44±0,08 Aa	0,25±0,07 Bb
	Mn	0,48±0,16 Ac	0,29±0,10 Bc
Serralha lisa	P	428,40±30,82 Aa	444,60±30,21 Aa
	K	365,52±56,03 Aa	256,98±39,55 Ba
	Ca	113,16±12,83 Ab	55,38±7,36 Bb
	Mg	33,08±7,08 Ab	18,16±56,75 Bb
	Cu	0,10±0,19 Aab	0,06±0,09 Aab
	Fe	36,35±5,38 Ab	20,88±2,69 Bb
	Zn	0,70±0,17 Ab	0,40±0,03 Ba
	Mn	1,16±0,55 Ab	0,71±0,27 Bb
Capiçova	P	437,40±14,88 Aa	357,00±155,02 Aa
	K	256,98±32,99 Aa	245,90±37,26 Aa
	Ca	131,60±20,03 Ab	68,74±56,83 Bb
	Mg	24,00±30,00 Ab	12,90±19,24 Bb
	Cu	0,13±0,47 Aa	0,08±0,19 Ba
	Fe	89,82±45,66 Aa	70,66±26,96 Ba
	Zn	0,47±0,09 Aa	0,27±0,08 Bb
	Mn	2,15±0,16 Aa	1,17±0,12 Bab

Valores expressos em matéria seca; dados apresentados em média (cinco repetições) ± desvio padrão. Médias seguidas de diferentes letras maiúsculas para cada hortaliça nas linhas diferem entre si, pelo teste t ($p \leq 0,05$). Médias nas linhas seguidas por diferentes letras minúsculas comparando as hortaliças dentro de cada processamento (crua ou preparada) diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Convém ressaltar que as alterações químicas e físicas proporcionadas pelos métodos de cocção modificam o valor nutricional dos alimentos. Forma de transferência de calor, intensidade da temperatura, duração do processo e meio de cocção utilizado

promovem tais alterações (SANTOS, ABREU, CARVALHO, 2003; OLIVEIRA *et al*, 2019b).

Considerações finais

As hortaliças não convencionais apresentaram excelente valor nutricional. Verificou-se a influência do cozimento na composição nutricional dessas hortaliças, o que contribuiu para aumentar a concentração de lipídios, carotenoides, vitaminas A e E e compostos fenólicos. Além disso, de acordo com o tipo de preparo e porções consumidas pelos agricultores familiares, a mostarda silvestre, serralha e capiçova apresentam “alto teor” de ferro, fósforo, manganês e magnésio. A ora-pro-nobis, além desses minerais, apresenta também “alto conteúdo” de cálcio.

Portanto, as hortaliças estudadas constituem recursos naturais importantes para o consumo e a diversificação alimentar dos agricultores familiares, podendo contribuir de forma significativa com a segurança alimentar e nutricional dessa população. Assim, é importante o incentivo ao consumo e resgate das formas de preparo tradicionais dos agricultores familiares.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de iniciação científica e apoio financeiro.

Referências

ALMEIDA, M. E. F.; CORREA, A. D. Utilização de cactáceas do gênero *Pereskia* na alimentação humana em um município De Minas Gerais. **Ciência Rural**, 42, n. 4, p. 751–756, 2012.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of AOAC international: Agricultural chemicals, contaminants, drugs**. Gaithersburg: AOAC International, 2012.

BARREIRA, T. *et al*. Diversidade e equitabilidade de Plantas Alimentícias Não Convencionais na zona rural de Viçosa, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 4, p. 964–974, 2015.

BARRETT, D. M.; BEAULIEU, J. C.; SHEWFELT, R. Color, flavor, texture, and nutritional quality of fresh-cut fruits and vegetables: desirable levels, instrumental and sensory measurement, and the effects of processing. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 50, n. 5, p. 369–389, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Manual de Hortaliças Não-Convencionais**. Brasília: MAPA/ACS, 2010.

_____. **Alimentos Regionais** Brasileiros. SECRETARIA DE ATENÇÃO À SAÚDE. DEPARTAMENTO DE ATENÇÃO BÁSICA. Brasília: Ministério da Saúde, 2015.

CAMPOS, F. M. *et al.* Optimization of methodology to analyze ascorbic and dehydroascorbic acid in vegetables. **Química Nova**, v. 32, p. 87–91, 2009.

CARDOSO, P. C. *et al.* Carotenos provitamínicos A em hortaliças preparadas em unidades produtoras de refeições comerciais. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 27, n. 1, p. 71–82, 2009.

COSME, A. M. A. *et al.* **Determinação do fator de correção de frutas e vegetais comercializados na cidade de Limoeiro do Norte – Ceará**. VII CONNEPI - Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação, 2012.

CUNHA, K. B.; OLIVEIRA, L. D. V. **A gastronomia enquanto atrativo turístico-cultural**. Trabalho de Conclusão de Curso - Pós-Graduação em Geografia, Meio Ambiente e Turismo. Universidade Estadual de Goiás, Goiás, 2009.

FREITAS, M. D. C. S. D.; MINAYO, M. C. D. S.; FONTES, G. A. V. Sobre o campo da Alimentação e Nutrição na perspectiva das teorias compreensivas. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 16, n. 1, p. 31–38, 2011.

GOMES, J. C.; OLIVEIRA, G. F. **Fotometria de Chama e Espectrofotometria de Absorção Atômica**. In: GOMES, J. C.; OLIVEIRA, G. F. *Análises físico-químicas de alimentos*. Viçosa: Editora UFV, p. 244, 2011.

IOM - Institute of Medicine. **Food and Nutrition Board**. Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc. The National Academies Press. Washington, DC. 2001.

KINUPP, V. F; LORENZI, H. **Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil**: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas. Instituto Plantarum de Estudos da Flora LTDA, p. 768, 2014.

LIBERALESSO A. M. *et al.* **Produção científica das plantas alimentícias não convencionais**. In: VILANI, R. M.; VANZELLA, E.; BRAMBILLA, A. *Alimentação e Sustentabilidade*. João Pessoa: Editora do CCTA, p. 307, 2019.

OLIVEIRA, H. A. B. *et al.* Hábitos e culturas alimentares no consumo de hortaliças não convencionais por agricultores familiares. **Revista Agrária Acadêmica**, v. 2, n. 3, p. 17–32, 2019a.

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, e20180918, 2019b.

PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. *et al.* Carotenoid retention and vitamin A value in carrot (*Daucus carota* L.) prepared by food service. **Food Chemistry**, v. 61, n. 1, p. 145–151, 1998.

PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. *et al.* Method for simultaneous analysis of eight vitamin E isomers in various foods by high performance liquid chromatography and fluorescence detection. **Journal of Chromatography A**, v. 1218, p. 8496–8502, 2011.

PLATEL, K.; SRINIVASAN, K. Bioavailability of micronutrients from plant foods: an update. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 56, p. 1608–1619, 2016.

RECINE, E.; RADAELLI, P. **Alimentação e cultura**. Brasília: Ministério da Saúde, 2008. Disponível em:
http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/alimentacao_cultura.pdf. Acesso em: 12 jun. 2019.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoid analysis in foods**. Ilsi Press Washington Ed. Washington DC 2001.

SANTOS, M. A. T.; ABREU, C. M. P.; CARVALHO, V. D. Efeito de diferentes tempos de cozimento nos teores de minerais em folhas de brócolis, couve flor e couve (*Brassica oleracea* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 3, p. 597–604, 2003.

SILVA, M. A. S. Segurança alimentar no meio rural: a experiência de formação de jovens rurais no Vale Rio Pardo, RS. **CCNExt - Revista de Extensão**, v. 2, n. 1, p. 1–10, 2011.

SILVA, P. C. E. *et al.* **Análise do Fator de Cocção de Alimentos**. VII CONNEPI - Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação; 2012.

SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTOS, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. **Methods in Enzymology**, v. 299, p. 152–178, 1999.

SOUZA, L. R. Avaliação de Políticas e Programas de Segurança Alimentar e Nutricional no Brasil: uma análise a partir do Plano Plurianual (PPA 2012-2015). **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 20, p. 182–193, 2013.

SOUZA, M. R. M. *et al.* Perfil de produção e comercialização do ora-pro-nobis em dois contextos regionais de minas gerais: perspectivas de agregação de valor. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 6, n. 4, p. 45–50, 2016.

VIANA, M. *et al.* Composição fitoquímica e potencial antioxidante em hortaliças não convencionais. **Horticultura Brasileira**, v. 33, p. 504–509, 2015.

Capítulo 16

Atuação na linha de pesquisa “Sistemas Agroalimentares de Agricultores Familiares”

Silvia Eloiza Priore, Raquel Nunes Silva, Luiza Veloso Dutra, Nircia Isabella Andrade Pereira, Sophia Sol Garcia Fernandino

Introdução

Os sistemas agroalimentares, ou agroecossistemas, caracterizam-se pela intervenção das práticas de agricultura nos ecossistemas. Áreas de interferência humana que degradam o ambiente e ameaçam a biodiversidade e toda forma de vida, são características do modelo hegemônico de agricultura no Brasil – também chamado de agronegócio. Contudo, em muitos territórios brasileiros, ainda há forte presença da agricultura camponesa, e as práticas de produção de alimentos envolvem fartura e diversidade, harmonia com a natureza, respeito aos ciclos naturais e mantém elementos que são essenciais para uma agricultura verdadeiramente sustentável: águas, solos vivos e férteis, biodiversidade, valorização das sementes crioulas, riqueza cultural e sabedoria dos povos e comunidades (MONTEIRO, 2012).

Os sistemas agroalimentares de agricultores familiares, caracterizado então pela sociodiversidade cultural presente nos campos e florestas, se expressa nos povos que produzem alimento, vivem na terra e da terra. Diferentemente do modelo do agronegócio, onde se distanciou a cultura da agricultura, pois não há povo e a relação com a natureza é mediada pelos valores do mercado, dos grandes negócios (CARNEIRO *et al*, 2015).

A relação Homem-Natureza é uma das características fundamentais para diferenciar os sistemas agroalimentares e a separação desses fatores se destaca como sendo consequência do processo maciço de descampenização e que impacta diretamente na saúde dos seres humanos e no processo de consolidação do modelo hegemônico de agricultura do país (SEVILLA-GUZMÁN, 2005).

Sobre o sistema agroalimentar do agronegócio, há intensificação do uso de agrotóxicos e fertilizantes químicos, sendo o Brasil, o maior consumidor desses produtos químicos desde 2008, quando ultrapassou os Estados Unidos. O modelo de

desenvolvimento baseado em latifúndios monocultores para exportação, influem para um momento complexo no Brasil em relação ao incentivo ao uso de agrotóxicos desde o início da Revolução Verde (CARNEIRO *et al*, 2015).

Esse modelo de agricultura que degrada a biodiversidade, coloca em risco a soberania alimentar do país ao distanciar o ser humano da natureza e da autonomia sobre sua forma de plantar, colher e se alimentar. Assim, se torna cada vez mais necessário o aprofundamento teórico, prático e político da Agroecologia enquanto ciência dos sistemas agroalimentares mais sustentáveis.

O olhar sistêmico e o apoio da ciência da Agroecologia é o caminho para o fortalecimento da agricultura familiar camponesa. O desafio é construir agroecossistemas produtivos e saudáveis, desconstruindo a lógica do modelo hegemônico do agronegócio, capazes de suprir as necessidades humanas e de recuperar e conservar a natureza para as gerações atuais e futuras (MONTEIRO, 2012).

A garantia de Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) para todos, demanda alterações estruturais profundas na sociedade moderna e a Agroecologia segue na direção dessas mudanças, através do trabalho e intervenção da agricultura familiar. Além disso, uma perspectiva importante a ser considerada é reconhecer a Agroecologia como uma ferramenta necessária para a reconfiguração das atividades agroalimentares em nível de mercado, ao incluir em sua proposta a ideia de construção de formas de mercados diferenciados e alternativos e aproximar essa abordagem aos conceitos de Soberania e SAN (LIMA, 2017).

Os sistemas agroalimentares de agricultores familiares possuem uma atuação fundamental na consolidação do estado nutricional saudável, por meio do incentivo ao consumo de alimentos *in natura* e livres de resíduos de agrotóxicos. Diferentemente da homogeneização do padrão alimentar imposta pelo modelo do agronegócio, que distancia cada vez mais as comunidades dos alimentos naturais e locais, e insere alimentos industrializados e desterritorializados, além de ser um sistema muito vulnerável às mudanças climáticas porque não tem diversidade e mecanismos de resiliência.

É fundamental, então, compreender os sistemas agroalimentares da agricultura familiar por meio da Agroecologia enquanto ciência. Possibilitando assim, métodos e marcos teóricos para o fortalecimento da agricultura camponesa e promovendo os mecanismos de garantia da SAN.

Desenvolvimento

A Agroecologia vem sendo reconhecida como uma estratégia para garantia da SAN devido à priorização do manejo ecológico dos recursos naturais, contribuindo para o desenho de agroecossistemas produtivos e, ao mesmo tempo, sustentáveis e que assegurem o Direito Humano à Alimentação Adequada, especialmente aos grupos sociais mais vulneráveis (NAVOLAR, RIGON, PHILIPPI, 2010; CARNEIRO *et al*, 2015).

Os sistemas agroalimentares, ao compreenderem todos os processos da produção, distribuição e consumo dos alimentos, destacam-se pela sua importância na construção social de mercados, que vão se estabelecendo, a partir da realidade local. Sendo aqueles pautados na produção agroecológica, além de garantirem alimentos de qualidade do ponto de vista nutricional e sanitário, abrangem interações entre as dimensões ecológicas, sociais e culturais que permeiam todo o agroecossistema (DUBEUX, BATISTA, 2017).

A linha de pesquisa “Sistemas Agroalimentares de Agricultores Familiares” (SAA) do Programa de Pós-graduação em Agroecologia da Universidade Federal de Viçosa (UFV) visa estudar as relações entre a produção de alimentos, o consumo, a Soberania Alimentar e a Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) das famílias de agricultores e agricultoras. Vale ressaltar que agricultores e agricultoras familiares são caracterizados por praticarem atividades no meio rural, onde a área seja menor que quatro módulos fiscais, e a mão-de-obra e renda estejam vinculadas ao próprio estabelecimento ou empreendimento familiar (BRASIL, 2006). São objetos de estudo a situação nutricional dos agricultores e agricultoras; a qualidade e quantidade dos nutrientes na alimentação; os aspectos culturais relacionados à alimentação, à produção e ao consumo de alimentos que valorizem a biodiversidade local e as condições do ambiente de produção e a relação entre a produção local e sua inserção nos programas governamentais.

No que se refere à situação nutricional dos agricultores e agricultoras e qualidade e quantidade de nutrientes na sua alimentação, a condução dos trabalhos de pesquisa pode ser realizada com o apoio do departamento de Nutrição e Saúde da UFV, que conta com infraestrutura de vários laboratórios adequadamente equipados que, conforme a sua especificidade, permitem a realização estudos que envolvam nutrição experimental; vigilância em saúde e epidemiologia nutricional; avaliação nutricional; bioquímica nutricional; análises de vitaminas e de alimentos; análise sensorial e processamento de

novos produtos; higiene dos alimentos; metabolismo energético e composição corporal e técnica dietética.

A Agroecologia e sua potencial ação de promoção de saúde no meio rural ainda tem sido pouco discutida no âmbito da Saúde Pública. Assim, pesquisas capazes de relacionar saúde e agricultura familiar ecológica apresentam potencialidade de entrelaçar a temática e despertar o interesse de mais estudos na área que possam contribuir para o fortalecimento da Agroecologia como estratégia intersetorial de promoção da saúde, de sustentabilidade e de SAN (NAVOLAR, RIGON, PHILIPPI 2010; AZEVEDO, PELICIONI, 2011).

No que diz respeito à produção de alimentos, está cada vez mais em pauta na sociedade a crítica ao modelo convencional de agricultura, baseada no uso insustentável de insumos químicos, sementes geneticamente modificadas e com alto índice de utilização de agrotóxicos, demonstrando que há relação direta entre a qualidade do alimento produzido e a saúde da população (CARNEIRO *et al*, 2015).

Assim, a promoção de pesquisas capazes de relacionar os aspectos culturais associados à alimentação, à produção e ao consumo de alimentos que valorizem a biodiversidade local e as condições do ambiente de produção, possibilita destacar a valorização dos alimentos regionais para o autoconsumo e a sua contribuição para a conservação da biodiversidade, o resgate de cultivos alimentares locais e o valor cultural do alimento, garantindo a Soberania Alimentar, caracterizada na declaração de Nyélény (2007) como:

Direito dos povos a definir suas próprias políticas e estratégias sustentáveis de produção, distribuição e consumo de alimentos que garantam o direito à alimentação a toda população, com base na pequena e média produção, respeitando suas próprias cultura e a diversidade dos modos camponeses de produção, de comercialização e de gestão, nos quais a mulher desempenhe um papel fundamental.
(DUBEUX, BATISTA, 2017, p.235)

Além disso, as experiências de resgate de culturas e hábitos alimentares permitem maior empoderamento e visibilidade das mulheres rurais, estimulando a produção nos quintais e uso de alimentos ricos do ponto de vista nutricional, tradicionalmente utilizados, como as plantas medicinais e as Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) (LEITE *et al*, 2010).

Para Leite *et al* (2010), o resgate de saberes e práticas tradicionais da cultura alimentar e do valor cultural do alimento baseado na diversidade da produção e na valorização do alimento “limpo” sem agrotóxicos e livres de transgênicos são estratégias importantes para promoção da saúde. Assim como, ações no campo da educação alimentar, para a produção e para o autoconsumo tem papel multiplicador de novos conhecimentos sobre alimentação, valorizando a dimensão nutricional dos alimentos e sua relação entre saúde e o consumo de alimentos saudáveis (AZEVEDO, PELICIONI, 2011).

Por fim, a perspectiva da relação entre a produção local e sua inserção nos programas governamentais, como o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) e o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA), desenvolvidos de forma intersetorial, e que atingem segmentos importantes da sociedade em situação de insegurança alimentar, como os agricultores e agricultoras familiares traz a abordagem da SAN na comercialização dos produtos agroecológicos.

O PNAE foi o maior investimento público em compra de alimentos e se constituiu em uma política de Soberania Alimentar e SAN que garanta uma alimentação de maior qualidade para os escolares, respeitando a diversidade e a cultura regional, e acessibilidade a esse mercado pela agricultura familiar local e agroecológica (RIGON, BEZERRA, 2014).

Para Alan Bojanic, ex-representante da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) no Brasil, o mercado institucional expressa-se como um mercado de direito para o segmento da agricultura familiar que sempre protagonizou a produção de alimentos no Brasil (BOJANIC, 2016). Segundo o censo agropecuário de 2017, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a agricultura familiar ocupa 10,1 milhões de pessoas, responsáveis por 77 % do total de estabelecimentos agropecuários do país e por 23 % do valor da produção, ocupando uma área de 80,89 milhões de hectares, ou seja, 23 % da área total (IBGE, 2017).

Apoiar pesquisas nessa temática é importante para demonstrar a sinergia entre PNAE e PAA como potencializadores da produção agroecológica local, da valorização dos hábitos e alimentos regionais e da maior qualidade da alimentação nas escolas, como também de toda a família que os produzem.

A partir dessa análise é possível identificar como a linha SAA se constitui enquanto ferramenta metodológica capaz de discutir alternativas de reorganização dos sistemas

agroalimentares locais. As análises quantitativas e qualitativas sobre a organização de agricultores familiares buscam otimizar o processo de produção, beneficiamento e agregação de valor aos alimentos para distribuição em mercados institucionais ou a partir de circuitos curtos de comercialização. De acordo com Schmitt (2011), o centro da análise das pesquisas nessa área pode ser entendido como uma construção social de mercados, arranjos institucionais e políticas públicas que sejam capazes de promover novas formas de produção, distribuição e consumo de alimentos.

Apresentamos a seguir as dissertações desenvolvidas na linha de pesquisa SAA e os principais resultados por cada um dos estudos e os artigos publicados a partir do mestrado de cada pesquisador e pesquisadora. Observa-se dois eixos de atuação dentro da linha, o estudo do alimento em si e os estudos de caráter populacional.

Autor	Orientadora	Data da defesa
Luiza Veloso Dutra	Silvia Eloiza Priore	29-05-2013

Título: Insegurança alimentar e nutricional e produção para o autoconsumo na zona rural de São Miguel do Anta, Minas Gerais.

Principais resultados: Foi realizado estudo transversal com 79 famílias, totalizando 272 moradores. Analisou-se fatores sociodemográficos, disponibilidade de alimentos no domicílio, durante 30 dias, e produção para autoconsumo. Os métodos utilizados para avaliação da Segurança Alimentar e Nutricional foram o estado nutricional obtido pela antropometria, a deficiência de energia alimentar no domicílio pelo método proposto pela FAO e a percepção da insegurança alimentar pela Escala Brasileira de Insegurança Alimentar. Verificou-se que a situação de insegurança alimentar nesta população diferiu de acordo com o método utilizado, 12,7 % pela Deficiência de energia alimentar no domicílio, 24,0 % pela Presença de baixo peso no domicílio e 49,5 % pela EBIA e observou-se baixa correlação entre os métodos. Em todos os domicílios, do total de calorias disponíveis, 22,7 % provinham da produção familiar e o restante das compras, sendo a maior parte dos carboidratos comprada (91,1 %), principalmente açúcar (12,2 %).

Publicações de artigos científicos:

- DUTRA, L.V.; MORAIS, D.C.; SANTOS, R.H.S.; FRANCESCHINI, S.C.C.; PRIORE, S.E. Contribution of the production for self-consumption to food availability and food security in households of the rural area of a Brazilian city. *Ecology of Food and Nutrition*, v.57, p.282-300, 2018.

- DUTRA, L.V.; MORAIS, D.C.; SANTOS, R.H.S.; FRANCESCHINI, S.C.C.; PRIORE, S.E. Comparison of the different methods for evaluation of household food security in rural area of a Brazilian city using. *Revista Brasileira de Estudos de População*, v.35, p.1-17, 2018.

Autor	Orientadora	Data da defesa
Tibério Fontenele Barreira	Helena Maria Pinheiro Sant'Ana	31-07-2013

Título: Levantamento e investigação do valor nutricional de hortaliças não convencionais na zona rural de Viçosa, MG.

Principais resultados: A pesquisa foi conduzida utilizando a amostragem Bola de Neve com entrevistas semiestruturadas aplicadas à 20 moradores de nove comunidades rurais. Foram encontradas 59 espécies de PANCs, distribuídas em 30 famílias botânicas e 48 gêneros. As famílias asteraceae e myrtaceae se destacaram pela riqueza florística, contribuindo com 11 e 7 espécies, respectivamente. Espécies da família asteraceae obtiveram as maiores frequências relativas (32,2). Obteve-se índice de diversidade Shannon-Wiener de 1,65 (Base 10), e de equitabilidade de Pielou de 0,93. Observou-se ampla diversidade de PANCs na área de estudo, e o conhecimento sobre estas encontra-se distribuído uniformemente entre os moradores. A análise da *Erechtites valerianifolia* (Wolf) DC, um vegetal não convencional encontrado na Mata Atlântica brasileira, consumido em altas proporções pela população que vive nesse bioma, mostrou que este vegetal é fonte de Ca, boa fonte de fibra e K, e uma excelente fonte de pró-vitamina A, Mn, Se, Fe, Mo e Cu, o que pode reduzir a Insegurança Alimentar e Nutricional na população, principalmente na região onde esta espécie é encontrada.

Publicações de artigos científicos:

- BARREIRA, T.F.; PAULA FILHO, G.X.; RODRIGUES, V.C.C.; ANDRADE, F.M.C.; SANTOS, R.H.S.; PRIORE, S.E.; PINHEIRO-SANTANA, H.M. Diversidade e equitabilidade de Plantas Alimentícias Não Convencionais na zona rural de Viçosa, Minas Gerais, Brasil. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, v.17, p.964-974, 2015.
- BARREIRA, T.F.; PAULA FILHO, G.X.; PINHEIRO, S.S.; CARDOSO, L.M.; SANTOS, R.H.S.; PINHEIRO-SANT'ANA, H.M. Chemical characterization and bioactive compounds of an unconventional vegetable - *Erechtites valerianifolia* (Wolf) DC. Food Science and Technology, v.39, p.546-551, 2019.

Autor	Orientadora	Data da defesa
Galdino Xavier de Paula Filho	Helena Maria Pinheiro Sant'Ana	18-12-2013

Título: Frutas alimentícias não convencionais da zona rural de Viçosa, Minas Gerais: Levantamento etnobotânico e valor nutricional.

Principais resultados: Trabalhou-se com um universo de 20 entrevistados compostos por 75 % de pessoas acima de 65 anos, sendo que 80 % residiam na localidade há mais de 30 anos. As espécies de frutas alimentícias não convencionais foram coletadas junto aos informantes e, posteriormente, fez-se a identificação botânica, encontrando-se 23

frutas não convencionais pertencentes a 11 famílias botânicas, sendo a família Myrtaceae a mais representativa (sete espécies). A maioria das espécies citadas (87 %; n=20) ocorreu de forma espontânea e 13 % (n=3) era cultivada em pomares. As espécies com maior frequência relativa de citação foram jabuticaba de rama (*Diclidanthera elliptica* Miers.), maracujá mirim (*Passiflora vitifolia* L.) e maracujá do mato (*Passiflora amethystina* J. C. Mikan). Os índices de diversidade encontrados (Shannon-Wiener = 1,38 e equidade de Pielou = 0,84) indicam que há riqueza dessas espécies nas localidades pesquisadas e que o conhecimento está uniformemente distribuído entre os informantes. No estudo 2, investigou-se o valor nutricional das espécies: ananás do mato (*Ananas bracteatus* (Lindl.), var. *albus*); coco licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.) (polpa e amêndoa), melão croá (*Sicana sphaerica* Vell.) e maracujina (*Sicana odorifera* Naud.). O ananás do mato foi considerado fonte de Zn e excelente fonte de Cu, Fe, Mn e Mo. A polpa do coco licuri foi considerada fonte de Zn e excelente fonte de Cu, Fe, Mn, Cr e Mo. A amêndoa do coco licuri foi considerada fonte de Fe, boa fonte de Cu e excelente fonte de Mn e Mo. A maracujina foi considerada fonte de Zn e excelente fonte de Cu, Fe e Mo. O melão croá foi considerado boa fonte de Zn e excelente fonte de Cu, Fe e Mo. Verificou-se que na zona rural de Viçosa ainda encontram-se diferentes espécies de frutas alimentícias não convencionais, cujo conhecimento sobre as mesmas concentra-se nos idosos e que a transmissão destes às gerações mais novas ocorre com dificuldade, tornando-se uma ameaça à preservação destes conhecimentos. As frutas investigadas são fontes de nutrientes, especialmente vitaminas e minerais, o que as torna importantes pela sua contribuição para a Soberania e Segurança Alimentar e Nutricional das famílias.

Publicações de artigos científicos:

- PAULA FILHO, G.X.; BARREIRA, T.F.; PINHEIRO, S.S.; MORAIS, C.L.; MARTINO, H.S.D.; PINHEIRO-SANT'ANA, H.M. `Melão croá? (Vell.) and `maracujina? (Naud.): chemical composition, carotenoids, vitamins and minerals in native fruits from the Brazilian Atlantic forest. *Fruits*, v.70, p.341-349, 2015.
- PAULA FILHO, G.X.; BARREIRA, T.F.; RODRIGUES, V.C.C.; MORAIS, C.L.; MARTINO, H.S.D.; PINHEIRO-SANT'ANA, H.M. Study of the physical and physicochemical characteristics of fruits of the licuri palm (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.) found in the Atlantic Forest of Minas Gerais, Brazil. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.35, p.474-480, 2015.
- PAULA FILHO, G.X.; BARREIRA, T.F.; FREITAS, G.B.; MARTINO, H.S.D.; PINHEIRO-SANTANA, H.M. Wild pineapple (*Ananas bracteatus* (Lindl.), var. *albus*) harvested in forest patches in rural area of Viçosa, Minas Gerias, Brazil: excellent source of minerals and good source of proteins and vitamin C. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.38, p.1-8, 2016.

Autor	Orientadora	Data da defesa
Célio Ricardo da Silva Alvarez	Luciana Ferreira da Rocha Sant'Ana	28-01-2014

Título: Caracterização do Sistema de Produção Agroecológica Integrada e Sustentável (PAIS) no território do Caparaó, ES, entre os anos de 2006 e 2012.

Principais resultados: O programa de Produção Agroecológica Integrada e Sustentável, comumente chamado de Programa PAIS, caracteriza-se como uma tecnologia social que tem como base a Agroecologia, integrando produção vegetal e animal num característico sistema formado por canteiros dispostos de forma circular ao redor de um galinheiro. Foi realizado censo abrangendo 33 unidades do Sistema PAIS implantadas no período de 01/08/2006 a 30/06/2012 nos municípios de Divino de São Lourenço, Dolores do Rio Preto, Guaçuí, Ibitirama, Irupí e Iúna utilizando para a coleta de dados um questionário misto. Os dados foram analisados de maneira descritiva, utilizando-se frequências absolutas e relativas. Verificou-se que 69,7 % dos beneficiários do programa faziam a comercialização da produção excedente, principalmente em feiras livres e através de programas governamentais, conseguindo atingir renda mensal de até 1 salário mínimo em 47,8 % dos casos. Assim, foi possível identificar que a produção excedente das unidades PAIS implantadas conseguiu promover a geração de renda para os agricultores familiares beneficiados pelo programa.

Publicações de artigos científicos: Não tem.

Autor	Orientadora	Data da defesa
Natália Sant'anna de Medeiros	Silvia Eloiza Priore	27-02-2015

Título: Quintais urbanos e a situação de (in) segurança alimentar de famílias beneficiárias do Programa Bolsa Família no município de Viçosa, Minas Gerais.

Principais resultados: Realizaram-se entrevistas semiestruturadas para coleta de dados sociodemográficos e aplicação da Escala Brasileira de Insegurança Alimentar (IA) para avaliação da percepção quanto à situação de (in) segurança alimentar das 261 famílias que compuseram a amostra. Destas, 120 (46 %) famílias possuíam quintais produtivos em seus domicílios nos quais se realizou levantamento etnobotânico. Encontrou-se prevalência de 80,8 % (n=211) de (IA) estando associada ao perfil sociodemográfico da população estudada: domicílios com presença de menores de 18 anos e adolescentes, número de moradores por domicílio, situação do imóvel, tratamento da água e trabalho do titular. Nos 120 quintais amostrados foram citadas 1.606 plantas distribuídas em 53 famílias botânicas e 123 gêneros. As plantas citadas foram classificadas segundo as

categorias de uso sendo 68,2 % alimentares, 20,2 % medicinais, 6 % apresentaram mais de uma categoria, 4,7 % outros usos e 0,9 % místico religiosas. Valores culturais intangíveis estão relacionados às práticas de cultivo em quintais além do acesso aos alimentos de qualidade. Os quintais apresentam potencial para auxiliarem a promoção da segurança alimentar. Ressalta-se a importância de levantamentos etnobotânicos em áreas urbanas associados a diferentes metodologias de avaliação da Segurança Alimentar e Nutricional.

Publicações de artigos científicos:

- MEDEIROS, N.S.; CARMO, D.L.; PRIORE, S.E.; SANTOS, R.H.S.; PINTO, C.A. Food security and edible plant cultivation in the urban gardens of socially disadvantaged families in the municipality of Viçosa, Minas Gerais, Brazil. *Environment, Development and Sustainability*, v.19, p.1-14, 2018.

- MEDEIROS, N.S.; CARMO, D.L.; PRIORE, S. E.; SANTOS, R. H. S. Diverse food in urban gardens in the promotion of food and nutrition security in Brazil: a review. v.100, 2019. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10127>.

Autor	Orientadora	Data da defesa
Lucimar Moreira Guimarães Batista	Sônia Machado Rocha Ribeiro	29-06-2015

Título: Condições de saúde e Nutrição de Agricultores Familiares e suas percepções sobre a participação no Programa de Aquisição de Alimentos, no município de Ubá, Minas Gerais.

Principais resultados: Foi selecionada aleatoriamente amostra representativa (n=58) dos agricultores familiares inscritos no Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) do Banco de Alimentos-BA do município de Ubá (n=168), incluindo participantes de ambos os sexos na faixa etária acima de 19 anos. As condições de saúde e nutrição e a percepção sobre a participação do agricultor familiar no PAA foram avaliadas por entrevista semi-estruturada. A média da idade dos participantes foi de 48 anos, com maioria do sexo masculino 67,24 % (n=39), de faixa etária adulta 86,2 % (n=50), casados 87,9 % (n=50) e com ensino fundamental 65,5 % (n=38). O sexo masculino foi predominante entre os inseridos do PAA, embora tenha uma importante participação do sexo feminino principalmente no cultivo e manejo de hortaliças, legumes e frutas. Maior parte da renda familiar 91,4 % (n=55) origina-se da atividade agrícola. A maioria dos agricultores familiares 71,4 % (n=43) faz uso de agrotóxicos. Prevaleceu faixa etária adulta com ensino fundamental, casados, mão-de-obra familiar e as práticas agrícolas manuais de capina e colheita são predominantemente executadas por adultos jovens. O uso da tecnologia está presente para as atividades de aração e irrigação. Os problemas de saúde

e desvios nutricionais encontrados foram semelhantes aos do meio urbano, sendo frequente o sobrepeso, a obesidade, o risco muito aumentado de Doença Cardiovascular (DCV), excesso de gordura abdominal, dislipidemias e presença de indicadores bioquímicos de inflamação crônica de baixo grau. Para maioria dos agricultores avaliados, o número de refeições diárias foi adequado, o consumo alimentar foi variado, incluindo alimentos de vários grupos alimentares do Guia Alimentar para a População Brasileira. O consumo de frutas e hortaliças foi adequado. O consumo energético foi estimado pelo valor energético dos alimentos considerando a necessidade estimada de energia. Houve um consumo de energia acima do EER de aproximadamente de 11,60 % e 24,36 % para os sexos feminino e masculino, respectivamente. Os principais significados de fazer parte do PAA foram melhora da renda e da economia familiar podendo possibilitar investimentos nas propriedades, na agricultura, na saúde e alimentação da família. Conclui-se que apesar dos participantes viverem em meio rural o perfil de saúde e nutrição foi similar ao descrito para populações que reside no meio urbano, com a presença de Doenças Crônicas não Transmissíveis (DCNT), exceto que o consumo de frutas e hortaliças foi adequado. Este é um aspecto positivo que melhora a qualidade da dieta repercutindo em melhoria das condições de saúde e nutrição das futuras gerações.

Publicações de artigos científicos:

- BATISTA, L.M.G.; RIBEIRO, S.M.R.; SANTOS, R.H.S.; ARAÚJO, R.M.A.; RIBEIRO, A.Q.; PRIORE, S.E.; DELLA-LÚCIA, C.M.; LANA, R.P.; GASPARONI, G. P. Percepção de agricultores familiares do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) sobre o significado de fazer parte do PAA e a sua compreensão sobre conceitos relacionados à alimentação, nutrição e saúde. *Saúde e Sociedade*, v.25, p.494-504, 2016.

Autor	Orientadora	Data da defesa
Silmara Christina Rodrigues de Assis	Silvia Eloiza Priore	26-02-2016

Título: Implementação do Programa de Aquisição de Alimentos, modalidade compra institucional, na Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais e situação de (IN)Segurança Alimentar e Nutricional dos agricultores beneficiários fornecedores.

Principais resultados: Identificou-se os principais envolvidos diretamente com o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) na UFV, comissão gestora (n=8, 89 %), agricultores familiares (n=5, 83 %) e dirigentes de empreendimentos beneficiados (n=2, 100 %), utilizou-se anotações e gravação de voz para registrar as informações. Os dados foram analisados de acordo com metodologia qualitativa. Na segunda, etapa foi realizada

uma pesquisa quantitativa, executada no domicílio dos agricultores para caracterização da situação de (In)SAN, através de indicadores sociodemográficos, nutricional, disponibilidade alimentar e a percepção da insegurança alimentar pela EBIA. As famílias residiam em municípios da Zona da Mata de Minas Gerais. O PAA foi instituído na UFV em 2013, para atender parcialmente as necessidades do Restaurante Universitário, a experiência foi iniciada com a aquisição de pó de café, banana prata e feijão carioca. Para segunda compra, em 2014, mantiveram-se três produtos e a terceira compra, em 2015, foi planejada para feijão (carioca e vermelho), pó de café, tangerina ponkan, banana prata e moranga. O processo implementação do PAA encontrava-se em fase de consolidação e enfrentou diferentes desafios, tais como, compreensão da legislação e do formato de tramitação da Chamada Pública, financeiro, atrasos no cronograma de fornecimentos dos alimentos, desorganização dos agricultores para atender um mercado da UFV. Limitações físicas, quando se referia à estrutura do RU que era antiga e impossibilitou a aquisição de uma maior quantidade de alimentos. No entanto, foi possível visualizar através das entrevistas com os envolvidos, que os objetivos delineados para sua implementação têm sido efetivados e foi possível perceber benefícios tanto para Universidade quanto para fornecedores, o primeiro por adquirir alimentos mais saudáveis, produzidos na região, que respeitavam a cultura alimentar, além de cumprir com seu papel social. O segundo em razão da agricultura familiar ter sua relação comercial fortalecida, seu produto valorizado e aumento na renda familiar. Observou-se, que todas as famílias dos agricultores que participaram da pesquisa (n=5) encontravam em situação de segurança alimentar, segundo EBIA, todavia, existia a carência em alguns indicadores socioeconômicos, famílias com alterações no estado nutricional, sendo o excesso de peso em maior percentual 36,8 % (n=7). A disponibilidade calórica per capita/dia na maioria dos domicílios foi alta (≥ 3.000). Foi verificado que estruturar a unidade produtiva de forma diversificada, possivelmente, possibilitou aos agricultores possuir uma oferta de alimentos para atender o mercado e viabilizar a inserção no PAA da UFV, assim como contribuiu positivamente nas questões atinentes à segurança alimentar de sua família. O mercado institucional propiciado pela Universidade surgiu como possível instrumento de fortalecimento da agricultura familiar e instrumento de política de SAN.

Publicações de artigos científicos:

- ASSIS, S.C.R.; PRIORE, S.E.; FRANCESCHINI, S.C.C. Impacto do Programa de Aquisição de Alimentos na Segurança Alimentar e Nutricional dos agricultores. *Ciência & Saúde Coletiva*, v.22, p.617-626, 2017.

Autor	Orientadora	Data da defesa
Heliane Aparecida Barros de Oliveira	Helena Maria Pinheiro Sant'Ana	29-02-2016

Título: Valor nutricional de hortaliças não convencionais preparadas por agricultores familiares de acordo com seus hábitos e culturas alimentares.

Principais resultados: Investigou-se hábitos e culturas alimentares de agricultores familiares, e a forma de preparo de hortaliças não convencionais (HNC). Aplicou-se questionário semiestruturado a agricultores de seis comunidades, além de técnica de observação participante. Dados expressos por estatística descritiva. Conhecimento sobre consumo e preparo das HNC foi adquirido dos pais e avós e repassados aos filhos e netos, incentivados pelo seu valor nutricional e medicinal. As técnicas de preparo são similares, indicadas por fatores de correção e cocção semelhantes. Mostarda, serralha e capiçova são preparadas por calor seco e ora-pro-nobis, por cocção mista. Os resultados podem contribuir para o resgate, valorização e perpetuação dos hábitos e culturas alimentares em relação às HNC.

Publicações de artigos científicos:

- OLIVEIRA, H.A.B.; ANUNCIÇÃO, P.C.; DELLA LUCIA, C.M.; CASTRO, L.C.V.; PINHEIRO SANT'ANA, H.M. Hábitos e culturas alimentares no consumo de hortaliças não convencionais por agricultores familiares. Revista Agraria Academica, v.2, p.17-32, 2019.
- OLIVEIRA, H.A.B.; ANUNCIÇÃO, P.C.; SILVA, B.P.; SOUZA, Â.M.N.; PINHEIRO, S.S.P.; LUCIA, C.M.D.; CARDOSO, L.M.C.; CASTRO, L.C.V.; PINHEIRO-SANT'ANA, H.M. Nutritional value of non-conventional vegetables prepared by family farmers in rural communities. Ciência Rural, v.49, n.8, e20180918, 2019.

Autor	Orientadora	Data da defesa
Fernanda de Oliveira Araújo	Hércia Stampini Duarte Martino	23-02-2017

Título: Efeito do extrato da casca bacupari (*Garcinia brasiliensis*) na esteatose hepática, no estresse oxidativo, na inflamação e na microbiota intestinal em ratos wistar obesos.

Principais resultados: Avaliou-se os efeitos de um extrato etanólico da casca de bacupari (*Garcinia brasiliensis* - EEB) sobre a abundância de microbiota intestinal, concentração de ácidos graxos de cadeia curta (AGCCs), estresse oxidativo e inflamação em ratos obesos alimentados com uma dieta rica em gordura (HFD). Ratos Wistar machos foram divididos em três grupos: um grupo controle obeso alimentado com HFD, um grupo alimentado com DHF mais EEB (BHFD) na dose de 300 mg por animal por dia (42 mg 7-epiclusianone e 10,76 mg morelloflavone), e um grupo controle magro alimentado com uma dieta AIN-93M por 8 semanas. EEB diminuiu a abundância de organismos pertencentes

aos filos *Firmicutes* e *Proteobacteria*, e aumentou a concentração de ácido propiônico. As concentrações hepáticas de malonaldeído, óxido nítrico, resistina e fator nuclear k65 do p65 p65 (NF-κB) diminuíram, enquanto a expressão da proteína de choque térmico (HSP) 72 e catalase aumentou com o consumo de EEB. Além disso, estudos de modelagem molecular computacional envolvendo docking molecular entre os principais constituintes do EEB, 7-epiclusianone e morelloflavone e NF-κB sugeriram sua atividade inibitória, corroborando os resultados experimentais. O consumo de EEB pode, portanto, ser uma estratégia promissora para a modulação dietética benéfica do ecossistema intestinal, contrariando assim o estresse oxidativo e a inflamação em ratos obesos. Esta atividade é atribuível à presença de compostos bioativos que atuam individualmente ou em sinergia na eliminação de radicais livres ou no processo inflamatório.

Publicações de artigos científicos:

- ARAÚJO, F.O.; MOREIRA, M.E.C.; LIMA, C.F.; TOLEDO, R.C.L.; SOUSA, A.R.; VELOSO, M.P.; FREITAS, P.G.; SANTOS, M.H.; SOUZA, E.C.G.; MANTOVANI, H.C.; MARTINO, H.S.D. Bacupari (*Garcinia brasiliensis*) extract modulates intestinal microbiota and reduces oxidative stress and inflammation in obese rats. *Food Research International*, v.122, p.199-208, 2019.

Autor	Orientadora	Data da defesa
Sílvia Oliveira Lopes	Sílvia Eloiza Priore	14-07-2017

Título: Impacto de ações de nutrição e saúde no incentivo à produção para o autoconsumo na situação de (IN) Segurança Alimentar e Nutricional em agricultores familiares no município de Viçosa – MG.

Principais resultados: Verificou-se o impacto de ações de educação alimentar, nutricional e de saúde no incentivo à produção para o autoconsumo e contribuição com a Segurança Alimentar e Nutricional em agricultores familiares. Realizou-se visitas domiciliares com aplicação de questionários semiestruturados, a fim de traçar um diagnóstico das famílias, constando de dados socioeconômicos e demográficos, disponibilidade alimentar domiciliar, avaliação da situação de (in) segurança alimentar atual e pregressa, caracterização da produção de alimentos para autoconsumo. Avaliou-se condições de saúde (presença de doença crônica não transmissível), aferiu-se as medidas antropométricas peso, estatura, perímetro da cintura e perímetro da panturrilha somente para idosos. Realizou-se avaliação de hemoglobina para diagnóstico de anemia. Posteriormente as famílias foram convidadas a participarem do programa de Educação Alimentar e Nutricional (EAN). As oficinas foram baseadas em metodologias ativas

participativas, estimulando práticas alimentares adequadas e saudáveis e sobre importância da alimentação para autoconsumo. Após 30 dias de finalização das atividades, o pesquisador retornou aos domicílios de todos os voluntários a fim de saber quais foram as atitudes impactadas com o processo educativo, assim como a disponibilidade domiciliar e variáveis antropométricas, dos participantes das oficinas e dos não participantes. 68 % (n=42) das famílias participaram de pelo menos um encontro. As principais mudanças de atitudes relatadas passaram por processo de organização da rotina domiciliar, cuidados na manipulação de alimentos, diminuição no uso de sal, açúcar e óleos/gorduras, processo de escolha de alimentos e valorização da produção para autoconsumo. Estas mudanças foram motivadas por questões de saúde, diminuição de gasto e costume da família. Houve diminuição entre as famílias participantes do processo educativo de calorias totais disponíveis per capita, suco em pó e sal. Estratégias como essa de estabelecer um diagnóstico e estruturar intervenções educativas para a mudança de práticas para a promoção de alimentação saudável e adequada deve ser incentivada, já que este programa foi realizado em curto período de tempo e houve impactos positivos.

Publicações de artigos científicos: Não tem.

Autor	Orientadora	Data da defesa
Paula Torres Trivellato	Silvia Eloiza Priore	26-02-2018

Título: 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.

Principais resultados: Caracterizou-se o desenvolvimento da compra de alimentos da agricultura familiar para o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), no Município de Viçosa-MG, assim como a situação de (In)Segurança Alimentar e Nutricional de famílias de agricultores fornecedores. A pesquisa se dividiu em duas etapas, sendo a primeira voltada para a caracterização da implementação da compra de alimentos da agricultura familiar para o PNAE municipal, a partir da Lei 11947 de 2009, por meio de abordagem qualitativa. Foi verificado que o Município iniciou tardiamente a compra de alimentos da agricultura familiar para o PNAE, ocorrendo a primeira chamada pública em 2011, devido a entraves políticos e dificuldades administrativas, mas o procedimento de compra evoluiu à medida que se solidificava o entendimento local e aprimorava o processo de comercialização, tanto por parte da Entidade Executora quanto por parte da agricultura familiar e seus colaboradores. O destaque desse processo foi o

envolvimento multi e intersetorial. As ações do Programa somente se efetivam com o estabelecimento de relações conjuntas. Nesse contexto, o Município foi capaz de alcançar, em alguns anos, mais que o mínimo de compra estipulado pela Lei e trazer benefícios à alimentação escolar e às famílias de agricultores fornecedores, promovendo assim, Segurança Alimentar e Nutricional (SAN). A segunda etapa do estudo tratou de avaliar a situação de (in) segurança alimentar e nutricional das famílias dos agricultores que forneceram para o PNAE de 2011 a 2016. A maioria das famílias (74 %, n=20) encontraram-se em situação de segurança alimentar e teve seus domicílios classificados em condições intermediárias de moradia (56 %, n=15) seguidos da classificação adequada (44 %, n=12). Todavia, foi observado carências em alguns indicadores socioeconômicos, destacando a presença de extrema pobreza em 11% (n=3) das famílias e alterações nutricionais, como excesso de peso em 78 % (n=21), baixo peso em 11 % (n=3) e presença de anemia em 30 % (n=8) das famílias. Quanto a disponibilidade calórica, a maioria das famílias (59 %, n=16) teve disponibilidade alta (≥ 3.000). O panorama das famílias fornecedoras do PNAE foi melhor que o encontrado em outras famílias rurais do Município, mas ainda traz a pertinência de medidas de intervenção na área social e de educação alimentar e nutricional. Dessa forma destaca-se a vulnerabilidade do meio rural e a relevância de Programas de SAN que contemplem esse setor.

Publicações de artigos científicos:

- TRIVELLATO, P.T.; PRIORE, S.E.; FRANCESCHINI, S.C.C.; SANTOS, R.H.S.; COSTA, B.A.L. Food and nutrition (in)security in families of farmers who supply the National School Feeding Program. *Revista de Nutrição*, v.32, p.1-10, 2019.
- TRIVELLATO, P.T.; MORAIS, D.C.; LOPES, S.O.; MIGUEL, E.S.; FRANCESCHINI, S.C.C.; PRIORE, S. E. Insegurança alimentar e nutricional em famílias do meio rural brasileiro: revisão sistemática. *Ciência & Saúde Coletiva*, v.24, p.865-874, 2017.

Autor	Orientadora	Data da defesa
Elizangela da Silva Miguel	Silvia Eloiza Priore	28-02-2018

Título: Uso de agrotóxicos na produção de alimentos e condições de saúde e nutrição de agricultores familiares.

Principais resultados: Avaliou-se a adequação do uso de agrotóxicos na produção de alimentos e as condições de saúde e nutrição de agricultores familiares. Aplicou-se questionário semiestruturado para obtenção das informações socioeconômicas e demográficas, condições de saúde e uso de agrotóxicos. Aferiu-se medidas antropométricas (peso, estatura, perímetro da cintura e da panturrilha, no caso de idosos)

e dosou-se a hemoglobina. Aplicou-se inquérito para avaliar a disponibilidade domiciliar e o consumo alimentar, utilizando o Questionário de Frequência do Consumo Alimentar (QFCA). Exames bioquímicos foram realizados em laboratório de referência. Em relação ao uso de agrotóxicos, 75,0 % dos agricultores familiares relataram usá-lo. Destes 55,6 % usavam atualmente e 44,4 % já haviam utilizado. Relataram nunca ter usado nenhum tipo de agrotóxico 25,0 %. Referente às condições de saúde e nutrição, destaca-se que 81,3 % relataram a presença de uma ou mais doenças crônicas não transmissíveis e 54,2 % apresentaram distrofia nutricional. Considerando o uso de agrotóxicos, verificou-se associação entre pulverização por mais de 4 horas e relato de sintomas agudos e associação com presença de doenças ($p < 0,05$). Observou-se também que 85,4 % dos agricultores acreditam que o agrotóxico interfere na saúde, sendo que 69,4 % não consomem os alimentos que eles próprios produzem e que utilizam agrotóxicos. A avaliação da disponibilidade alimentar revelou que 89,6 % se encontravam em situação de Segurança Alimentar e Nutricional e em relação ao consumo, considerando a necessidade energética estimada, estavam seguros 35,4 %, sendo que 10,4 % consomem todos os grupos alimentares todos os dias da semana. Pesquisas como estas visam conhecer os riscos que agricultores familiares estão expostos e conscientizar sobre os mesmos, bem como orientar sobre a importância do respeito às normas de segurança em relação ao uso de agrotóxicos, além de incentivar formas de produção de alimentos sustentáveis, livre de agrotóxicos.

Publicações de artigos científicos: Não tem.

Autor	Orientadora	Data da defesa
Clarice Silva e Souza	Helena Maria Pinheiro Sant'Ana	28-02-2018

Título: Nutrientes, compostos bioativos, características biométricas e físico-químicas de pitaia e kinkan coletados em Viçosa, MG.

Principais resultados: Resultados não disponíveis publicamente até o momento.

Publicações de artigos científicos: Não tem.

Autor	Orientadora	Data da defesa
Raquel Nunes Silva	Silvia Eloiza Priore	19-02-2019

Título: Feira de Agricultura Familiar e Economia Solidária: implementação, desenvolvimento e situação de (in) segurança alimentar e nutricional das famílias expositoras.

Principais resultados: Caracterizou-se a implementação e desenvolvimento de uma Feira de Agricultura Familiar e Economia Solidária em Viçosa/Minas Gerais, como também a situação de (In) Segurança Alimentar e Nutricional das famílias que comercializam hortifrúti. Realizou-se o estudo em duas etapas, sendo uma descritiva e outra uma avaliação com as famílias dos expositores que comercializam hortifrutigranjeiros nesta feira. Na coleta de dados utilizou-se observação participante, análise documental visando a construção da história da feira e entrevistas semiestruturadas com todos os envolvidos na feira. Analisou-se a (In) Segurança Alimentar e Nutricional das famílias, utilizando-se a Escala Brasileira de Insegurança Alimentar; indicadores socioeconômicos e demográficos; indicadores antropométricos; análise da disponibilidade alimentar e caracterização da produção de alimentos. Observa-se que a feira foi construída por uma série de atores sociais que de maneira organizada coordenam e possibilitam a realização de diversas atividades para além da geração de renda, como culturais, formativas e possibilitando um espaço de indissociabilidade do ensino, pesquisa e extensão. As percepções dos atores sociais em relação à feira demonstram a criação de um ambiente de amizade, socialização e de possibilidade de trabalho, fortalecendo a importância social do projeto. Em relação às famílias agricultoras observa-se que elas estão em situação de Segurança Alimentar e Nutricional pela maioria dos indicadores, entretanto o Estado Nutricional de muitos indivíduos corrobora com os dados nacionais de altas prevalências de excesso de peso. Conclui-se que a experiência da feira tem possibilitado ambiente de inclusão social por meio da socialização e da criação de vínculos entre os atores sociais.

Publicações de artigos científicos: Não tem.

Autor	Orientadora	Data da defesa
Sophia Sol Garcia Fernandino	Silvia Eloiza Priore	02-05-2019

Título: (In) visibilidade dos agrotóxicos na saúde integral de mulheres rurais.

Principais resultados: Estudo transversal, com 37 mulheres que residem no setor rural, de uma cidade da Zona da Mata de Minas Gerais, que não aplicam agrotóxicos, mas que possuem contato domiciliar ou não dependendo da situação de exposição. Foram aferidas medidas antropométricas, avaliação da composição corporal pelo DEXA, exames bioquímicos relacionados à contaminação com agrotóxicos e à saúde geral e avaliação conjunta de dados das condições de saúde atual, pregressa e familiar, bem como práticas cotidianas que são consideradas possíveis formas de contaminação por agrotóxicos. A situação de exposição aos agrotóxicos e o tempo que as mulheres estiveram em contato residencial com essas substâncias não permitem a inferência direta, de causa-efeito, mas algumas relações foram encontradas, como a função de lavagem de roupas contaminadas pela maioria das mulheres que se caracteriza como exposição direta, excesso de peso na maioria delas e alterações bioquímicas que sugerem hipóteses em relação à situação de exposição pregressa ou atual. Mais estudos que contemplem a situação de invisibilidade das mulheres rurais expostas aos agrotóxicos são necessários para ampliar esta discussão.

Publicações de artigos científicos: Não tem.

Considerações finais

Nesse sentido, é fundamental o apoio aos Programas de Pós-graduação das Universidades públicas, que sejam capazes de desenvolver uma ciência cidadã, contextualizada e com enfoque sistêmico para gerar processos de desenvolvimento local e trazer contribuições científicas importantes para a construção do conhecimento agroecológico.

Referências

AZEVEDO, E.; PELICIONI, M. C. F. Health Promotion, Sustainability and Agroecology: an intersectoral discussion. **Saúde e Sociedade**, v. 20, p. 715–729, 2011.

BOJANIC, A. **Agricultura familiar tem papel central para garantir a segurança alimentar da população**. 2016. Disponível em: <http://mds.gov.br/area-de-imprensa/radio-1/2016/outubro/agricultura-familiar-tem-papel-central-para-garantir-a-seguranca-alimentar-da-populacao>. Acesso em: 07 de jun. 2019.

BRASIL, Lei 11.326, de 24 de julho de 2006. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais.

Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, jul. 2006.

CARNEIRO, F. F. *et al.* Segurança alimentar e nutricional e saúde. *In:* CARNEIRO, F. F. *et al.* (Orgs.). **Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. Rio de Janeiro, São Paulo: Escola Politécnica De Saúde Joaquim Venâncio, Expressão Popular, p. 48–87, 2015.

DUBEUX, A.; BATISTA, M. P. Agroecologia e Economia Solidária: um diálogo necessário à consolidação do direito à soberania e segurança alimentar e nutricional. **Revista do Desenvolvimento Regional**. v. 22, n. 2, p. 227–249, 2017.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário de 2017**. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/pdf/agricultura_familiar.pdf. Acesso em: 10 jul. 2019.

LEITE, C. E. *et al.* Documento base sobre Soberania e Segurança Alimentar. *In:* RIGON, S. A. *et al.* (Orgs.). **Soberania e segurança alimentar na construção da agroecologia: sistematização de experiências**. 1ª ed. Rio de Janeiro: FASE, 2010. Cap. 1, p. 9–15.

LIMA, J. S. G. Segurança alimentar e nutricional: sistemas agroecológicos são a mudança que a intensificação ecológica não alcança. **Ciência e Cultura**. v. 69 n. 2, p. 49–50, 2017

MONTEIRO, D. Agroecossistemas. *In:* CALDART, R. S. *et al.* (Orgs.). **Dicionário da educação do campo**. Rio de Janeiro: Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio; São Paulo: Expressão Popular, 2012.

NAVOLAR, T. S.; RIGON, S. A.; PHILIPPI, J. M. S. Diálogo entre agroecologia e promoção da saúde. **Revista Brasileira em Promoção da Saúde**, v. 23, n. 1, p. 69–79, 2010.

RIGON, S. A.; BEZERRA, I. Food security and nutrition, family farming and institutional purchases: challenges and potentialities. **Demetra**, v. 9, n. 2, p. 435–443, 2014.

SCHMITT C. J. Encurtando o caminho entre a produção e o consumo de alimentos. **Revista Agriculturas: experiências em agroecologia**, v. 8, n. 3, p. 1–5, 2011.

SEVILLA-GUZMÁN, E. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**. *In:* AQUINO, A. M.; ASSIS, R. L. Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável. Brasília: Embrapa. Informação Tecnológica, p. 101–131, 2005.

Capítulo 17

Compra institucional de alimentos da agricultura familiar: a experiência do restaurante universitário da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais e situação de segurança alimentar dos fornecedores

Silmara Christina Rodrigues de Assis, Bianca Aparecida Lima Costa, Ricardo Henrique da Silva Santos, Sylvia do Carmo Castro Franceschini, Silvia Eloiza Priore

Introdução

A Universidade Federal de Viçosa (UFV) despontou, em 2013, como pioneira no estado de Minas Gerais (MG) e como terceira Instituição Federal de Ensino Superior (IFES) do Brasil, a implementar o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA), modalidade Compra Institucional (CI), para atender parcialmente a demanda do Restaurante Universitário (RU) do *Campus* de Viçosa, MG (ASSIS, 2016).

A iniciativa fundamentou-se na proposta da Política de Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) para a UFV¹, visando promover a SAN para os seus beneficiários fornecedores (agricultores) e consumidores (estudantes), sobretudo, os estudantes em vulnerabilidade social, fortalecimento da agricultura familiar e estímulo ao sistema de produção local (ASSIS, 2016).

O embasamento legal que amparou a implementação do PAA na UFV, em 2013, foi o Decreto nº 7.775 de 04 de julho de 2012 (BRASIL, 2012), regulamentado pela Resolução nº 50 de 26 de setembro de 2012 (BRASIL, 2012a).

Até então esta adesão era facultativa, e somente tornou-se obrigatória em 2016, com o Decreto Federal nº 8.473, de 22 de junho de 2015, no qual estabeleceu para as instituições públicas federal, que recebiam recursos para aquisição regular de alimentos, que no mínimo 30 % da receita deveria ser investido com a compra de gêneros alimentícios da agricultura familiar (BRASIL, 2015; MARTINELLI *et al*, 2015)

¹ A proposta da Política de SAN para UFV foi provada pelos três conselhos comunitários da Universidade (Viçosa, Florestal e Rio Paranaíba), mas não foi encaminhada ao Conselho Universitário (CONSU) para consentimento legal.

Neste aspecto, vale salientar o papel dos restaurantes universitários, frente ao atendimento diário de alunos nas mais de 130 IFES brasileiras (BRASIL, 2011), o que sugere sua potencialidade no fortalecimento da agricultura familiar e na promoção da SAN (MARTINELLI *et al*, 2015).

Exemplo disso é o caso da UFV, em 2013, os gastos do RU *Campus* de Viçosa, com aquisição de alimentos foi em média de 4 milhões de reais, para atender uma demanda diária de 8 mil refeições. Os gêneros alimentícios eram comprados, exclusivamente, através de processo licitatório, na modalidade pregão eletrônico (ASSIS, 2016), e exigiam um aparato burocrático que inviabilizava a participação dos agricultores familiares, posto a necessidade de disputarem o menor preço com os grandes produtores (OLIVEIRA, 2017).

Assim, a meta da UFV também era que parte desse recurso financeiro dispendido na compra de gêneros alimentícios contribuísse para o desenvolvimento social e econômico dos agricultores familiares de Viçosa MG e região, através da inserção desse segmento na comercialização do mercado institucional da Universidade através do PAA (ASSIS, 2016).

A adesão da UFV ao PAA, foi pontual, e aconteceu no período de 2013 a 2015, assim, pretendeu-se com esse capítulo descrever o processo de implementação e execução do PAA na UFV. Compreender os benefícios observados para SAN e agricultura familiar e também os percalços que impossibilitaram a consolidação do Programa na Universidade.

O conteúdo apresentado é uma síntese da dissertação de mestrado intitulada: Implementação do Programa de Aquisição de Alimentos, modalidade compra institucional, na Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais e situação de (In) Segurança Alimentar e Nutricional dos agricultores familiares beneficiários fornecedores, de autoria de Assis (2016).

Descrição da experiência

Instituição da comissão gestora do PAA na UFV

O processo de implementação do PAA na UFV iniciou-se em 2013 e foi resultado de um processo, o qual teve êxito após a fundamentação legal do Decreto nº 7.775/2012 (BRASIL, 2012) e da ação da Pró Reitoria de Assuntos Comunitários (PCD). Essa nova dinâmica de compras na UFV foi sistematizada por uma comissão gestora² para o Programa, constituída por equipe multiprofissional com experiência na área da SAN e da agricultura familiar, os membros eram vinculados a Universidade e contou, também, com profissionais da EMATER (Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais) de Viçosa. No quadro 1 abaixo encontra-se a composição da comissão gestora:

Quadro 1. Comissão gestora do Programa de Aquisição de Alimentos na UFV.

Instituição	Segmento	Profissional representante	Profissionais (Nº)
UFV	Pró Reitoria de Assuntos Comunitários	Assessora da saúde (Nutricionista)*	01
		Assessor de administração e alimentação	01
	Divisão de Alimentação	Nutricionista responsável técnica pelo RU	01
	Departamento de Agronomia	Engenheiro agrônomo (Professor e coordenador do curso Pós-graduação em Agroecologia)	01
	Departamento de Economia Rural	Jornalista (Professora e coordenadora da Incubadora Tecnológica de Cooperativas Populares)	01
EMATER	Escritório regional de Viçosa	Extensionistas rural	01

Nota: *Coordenadora da comissão. Fonte: Elaborado pela autora

² Oficialmente a comissão gestora do PAA foi nomeada em 17 de julho de 2014, pelo Ato nº 034 da Pró Reitoria de Assuntos Comunitários

A função atribuída a essa equipe era de esquematizar o processo de compras de alimentos da agricultura familiar para o RU observando as peculiaridades da Universidade, bem como estar em consonância com a sistemática de execução da modalidade CI dispostas pela Resolução nº 50/2012 (BRASIL, 2012). A parte de execução burocrática das Chamadas Públicas³ ficava a cargo da Divisão de Alimentação (DAL) e da Diretoria de Material (DMT), setor responsável pelas compras na UFV.

Além dos trâmites administrativos, a comissão também executava ações em campo para que o levantamento da demanda do RU fosse articulado com o mapeamento e organização da produção da agricultura familiar de Viçosa e região, com vistas garantir a regularidade de entrega. Já a parte de execução burocrática das Chamadas Públicas ficava a cargo da Divisão de Alimentação e da Diretoria de Material (DMT), setor responsável pelas compras na UFV.

Processo de Compras Institucionais: resultados e limitações

Em 21 de dezembro de 2013, por meio da Reitoria e da PCD, foi lançado o edital de Chamada Pública I, modalidade Compra Institucional do PAA, para atender parcialmente a demanda de alimentos do RU da UFV, *Campus Viçosa*, na refeição do almoço, um sábado por mês. O edital, em aquiescência com os regulamentos do PAA, renunciou a aquisição de três alimentos da agricultura familiar, banana prata, feijão vermelho e pó de café.

Inicialmente, a experiência foi realizada de forma piloto, pois se compreendia que era essencial um processo de aprendizagem em relação ao planejamento da produção, articulação entre oferta e demanda, regularidade de fornecimento, qualidade e preço.

Uma limitação que apareceu na primeira compra foi dificuldade do fornecedor de banana prata para cumprir os requisitos referentes às especificações sobre o grau de maturação do produto, fornecendo um lote desuniforme, prejudicando o planejamento do cardápio.

Foram adquiridos na primeira compra 2.612 quilogramas de alimentos e o investimento da UFV com a aquisição foi de aproximadamente 7 mil reais (Quadro 2).

³ Chamada Pública: Instrumento para se consumir as compras de gêneros alimentícios diretamente da agricultura familiar era a Chamada Pública

A meta da Universidade era expandir o leque de produtos comercializados, bem como aumentar as quantidades e o número de beneficiários fornecedores. Contudo uma limitação do Programa que apareceu de forma clara foi o dimensionamento do que a agricultura familiar dispunha em termos de produção no município de Viçosa e região, um indicativo da carência de assistência técnica e da pouca organização dos pequenos agricultores familiares locais.

Neste sentido a UFV abriu uma aproximação entre os atores envolvidos na comissão gestora do PAA com entidades e organizações de agricultores familiares, como o Centro de Tecnologias Alternativas da Zona da Mata Mineira (CTA/ZM) e a União Nacional das Cooperativas da Agricultura Familiar e Economia Solidária (UNICAFES), objetivando divulgar a existência Programa entre os agricultores familiares da região e simultaneamente investigar o que a agricultura familiar dispunha em termos de produção no município de Viçosa e região.

Consolidou-se uma parceria efetiva que trouxe a luz algumas contribuições a respeito das formas organizadas da agricultura familiar na região e o potencial de produtos que poderiam ser ofertados, pensando na elaboração de futuras Chamadas Públicas.

Para a segunda compra em 2014, mantiveram-se os produtos, banana prata e pó de café, e o feijão vermelho foi substituído pelo feijão carioquinha. Mas, optou-se por aumentar os dias de fornecimentos dos alimentos para todos os sábados do mês, com exceção da banana prata que o fornecimento seria somente em dois sábados do mês, o consumo foi mantido na refeição do almoço.

Nesse processo nenhuma proposta de venda foi apresentada para o feijão carioquinha, algumas hipóteses foram levantadas pela comissão gestora do PAA sobre o fato ocorrido:

- 1ª hipótese: o edital de Chamada Pública foi divulgado em setembro, período de entressafra do produto
- 2ª hipótese: os agricultores que colheram feijão da safra passada provavelmente já haviam comercializados em outros mercados ou este foi colhido para subsistência da família.

O investimento financeiro da Universidade na segunda compra foi de aproximadamente 11 mil reais com aquisição de 2.800 quilos de alimentos (Quadro 2).

Quadro 2. Resumo das compras e editais de Chamada Pública do Programa de Aquisição de Alimentos na UFV.

Ano	Chamada Pública	Vigência	Gênero alimentício	Quant. (kg)	Preço R\$/kg	Aquisição (%)	Valor da aquisição (R\$)	VICP (R\$)	Valor total investido 2013-2015 (R\$)		
2013	I/2013	4 meses	Pó de café	100	11,86	100	1.186,00	7.066,68	58.012,38		
			Feijão vermelho	400	4,41	100	1.764,00				
			Banana prata	2.122	1,94	100	4.116,68				
2014	I/2014	4 meses	Pó de café	300	14,45	100	4.335,00	10.085,00		58.012,38	
			Banana prata	2.500	2,30	100	5.750,00				
			Feijão cariquinho	1.280	4,05	0	0				
2015	I/2015	8 meses	Banana Prata	3.000	2,10	100	6.300,00	40.860,70			58.012,38
			Feijão Carioca	4.750	4,17	100	19.807,50				
			Pó de café	980	14,99	100	14.690,20				
			Tangerina Pokan	2.260	2,38	0	0				
			Moranga híbrida	360	1,35	0	0				

VICP = Valor investido por Chamada Pública. Fonte: Editais de Chamada Pública da UFV 2013, 2014 e 2015. ASSIS, 2016.

A terceira compra foi estruturada com maior variedade de alimentos, a Chamada Pública foi divulgada em 20 de março de 2015, com previsão de compras de 13,6 mil quilos de alimentos da agricultura familiar. O investimento calculado para a ação era de 60,9 mil reais. No edital constava os seguintes gêneros alimentícios, feijão (carioca e vermelho), pó de café, tangerina ponkan, banana prata e moranga para fornecimento durante o período de maio a dezembro de 2015.

Contudo, foram observados vários problemas no transcorrer do processo de compras do terceiro edital (Chamada Pública I/2015), conforme observado no Quadro 3.

Quadro 3. Problemas identificados na operacionalização do 3 edital de Chamada Pública (Chamada Pública I/2015) da UFV.

Desclassificação de uma Associação previamente habilitada.	Não apresentaram no projeto de venda os quantitativos exigidos no do edital de Chamada Pública 01/2015, para os itens feijão carioca, feijão vermelho e pó de café.
Desclassificação das propostas para item feijão vermelho.	Os produtos apresentados não foram compatíveis com as especificações exigidas na Chamada Pública 01/2015, quando submetidos ao teste de
Greve dos servidores técnicos administrativos da UFV	Impossibilitou o cumprimento do cronograma de execução no período de maio a dezembro de 2015.
Novo cronograma de entrega (agosto a dezembro de 2015)	Esse atraso impossibilitou os fornecedores habilitados para os itens mexerica e moranga, de assumirem o contrato, pois já havia ultrapassado o período de sazonalidade.
Mudança na gestão administrativa da PCD	Descontinuidade do processo de compras.

Fonte: Elaborado pela autora.

Em virtude dos entraves expostos no quadro 3 acima, o processo de compras do terceiro edital de Chamada Pública foi executado somente para os três itens: banana prata, feijão carioca e pó de café, totalizando um gasto de aproximadamente 40 mil reais com aquisição de 8.730 kg de alimentos da agricultura familiar.

A não efetivação do cronograma pela UFV dentro do prazo preestabelecido afetou, principalmente, o fornecimento dos produtos perecíveis, uma vez que não poderiam ser armazenados, causando transtornos para o agricultor que ficou sem mercado para escoar o produto, gerando perdas tanto do produto quanto financeira.

Uma alternativa para reduzir os entraves organizacionais e burocráticos observados seria a realização de Chamadas Públicas simultaneamente, uma para alimentos perecíveis e outra para não perecíveis, ou a realização de várias Chamadas Públicas, uma para cada item solicitado, com propósito de evitar atraso e paralisação em todo processo caso ocorresse problema com alguns dos itens solicitados.

Outra objeção aconteceu quando ocorreu uma mudança na gestão administrativa da PCD e na DAL e alguns profissionais que participavam da comissão gestora do Programa foram desligados de suas funções em 21 de julho de 2015. Diante da circunstância, a execução das compras do edital de Chamada Pública 01/2015 foi executada e se findou em novembro de 2015.

Mas, desde então não houve mais compras para a UFV por meio do PAA, mesmo diante a obrigatoriedade estabelecida no Decreto Federal nº 8.473, de 22 de junho de 2015. Pode-se inferir, portanto, a necessidade de se ter instituído dentro da Universidade uma comissão permanente para que se destinasse exclusivamente as atividades de execução do PAA, mesmo diante a obrigatoriedade estabelecida no Decreto Federal nº 8.473, de 22 de junho de 2015 (BRASIL, 2015).

Apesar dos entraves e da experiência momentânea, os autores Assis (2016) e Salgado (2016), verificaram no trabalho de campo, por meio das entrevistas com os envolvidos com o PAA na UFV, que os objetivos delineados pelos gestores para implementação do Programa na Universidade foram efetivados e os resultados pontuados foram satisfatórios, tais como:

- Aquisição de alimentos produzidos de forma mais sustentável
- Inclusão e valorização de alimentos regionais no cardápio do RU
- Aproximação da UFV com a ponta da cadeia produtiva de alimentos, o agricultor familiar, contribuindo para aumentar a renda familiar dos agricultores e a SAN do

Caracterização dos beneficiários fornecedores agricultores participantes do PAA quanto ao sistema produtivo e segurança alimentar

No período de 2013 a 2015, a UFV investiu em torno de 58 mil reais com a compra de aproximadamente 14 mil quilogramas de alimentos de agricultura familiar (Quadro 2) e beneficiou 6 agricultores familiares residentes no meio rural de três cidades da Zona da Mata de Minas Gerais, Viçosa, Araponga e Tombos e duas organizações formais de agricultores, uma associação de Araponga e uma cooperativa de Tombos (Quadro 4).

A primeira compra realizada pela UFV em 2013, apresentou um maior envolvimento dos agricultores em um nível individual, com destaque para participação

de uma mulher agricultora, contribuindo para a construção de uma maior autonomia econômica das mulheres (Quadro 4).

Quadro 4. Fornecedores dos gêneros alimentícios de acordo com os editais de Chamada Pública do PAA na UFV, 2013 – 2015.

Ano	Chamada Pública	Gênero alimentício	Fornecedor	Município/Estado	Região
2013	I/2013	Pó de café	Agricultora individual	Viçosa /MG	Zona da Mata de Minas Gerais
		Feijão vermelho	Agricultor individual	Viçosa/MG	
		Banana prata	Agricultor individual	Araponga/MG	
2014	I/2014	Pó de café	Cooperativa de Produtores da Economia Solidária – COOPROSOL	Tombos/MG	
		Banana prata	Associação dos Agricultores Familiares de Araponga	Araponga/MG	
		Feijão carioquinha	Não houve fornecedor habilitado	-----	
2015	I/2015	Banana Prata	Cooperativa de Produtores da Economia Solidária – COOPROSOL	Tombos/MG	
		Feijão Carioca			
		Pó de café			
		Tangerina Pokan	Associação dos Pequenos Produtores e Produtoras Rurais de Divino e Orizânia*	Divino e Orizânia/MG	
		Moranga híbrida			

*O fornecedor foi habilitado, contudo a entrega não aconteceu em virtude da mudança do cronograma de entrega por parte da UFV. Fonte: elaborado pelos autores.

Na segunda compra em 2014 se observou uma participação de entidades organizadas da agricultura familiar (associação e cooperativas), resultado que reitera com um dos objetivos do PAA que é estímulo ao associativismo e cooperativismo (Quadro 3).

Segundo a pesquisa de Assis (2016), para os agricultores o PAA na UFV surgiu como mercado complementar para escoar a produção e aumentar a receita monetária da família, o que se assemelhou aos achados de Schmitt e Guimarães (2008) e Silva (2013). Os argumentos expressos permitiu depreender que os agricultores beneficiários fornecedores do PAA na UFV, desfrutavam de uma diversificação da organização produtiva e eram capacitados para atender a demanda do RU, visto que estes já possuíam experiências de comercialização em outros mercados e, sobretudo, por deterem experiências prévias com o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), cuja

sistemática de compras se assemelha ao PAA, experiência que contribuiu para o acesso ao mercado institucional da UFV.

Ainda quanto ao sistema produtivo Assis (2016) encontrou no trabalho de campo que os agricultores fornecedores do PAA na UFV possuíam um sistema agroecológico, orgânico e também convencional com uso de agrotóxicos. A cerca do exposto pode-se inferir que apesar do PAA ter como objetivo central a aquisição de produtos da agricultura familiar estes não são necessariamente produtos ecológicos (agroecológicos ou orgânicos).

No que se refere a situação de segurança alimentar o estudo de Assis (2016) averiguou através da Escala Brasileira de Insegurança Alimentar (EBIA) que todas as famílias se encontravam em segurança alimentar, ou seja, os moradores dos domicílios tinha acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais.

Segundo Costa (2006) “a segurança alimentar na zona rural detectada pela EBIA pode ter relação com plantio de alimentos para autoconsumo refletida nas respostas da escala, uma vez que esta avalia a percepção do entrevistado em relação ao alimento” (COSTA, 2006). Avaliando os resultados encontrados neste estudo, por este ângulo, pode-se inferir que desfrutar de uma unidade de produção diversificada, como a dos agricultores desta pesquisa, pode ter coadjuvado na situação de segurança alimentar refletida nas respostas da EBIA. Corrobora com estes resultados o estudo Salgado; Dias (2013), para os autores esta característica da agricultura familiar em diversificar a produção está associada à constituição de uma alimentação mais “saudável” para a família contribuindo com a segurança alimentar.

Considerações Finais

A adesão ao PAA pela UFV articulou um novo arranjo institucional de investimento público com alimentação e a produção local/regional da agricultura familiar. Entretanto há de se considerar a existência de uma complexidade envolvendo os diferentes atores nesse processo de comercialização. O programa encontrava-se em fase de estruturação na UFV e aconteceu momentaneamente e compreendeu desafios para a Universidade e para

os fornecedores, pois se tratava de uma modalidade de compra inédita para a Instituição, e, de igual maneira, um mercado novo para os agricultores familiares.

Cabe registrar que, os agricultores fornecedores de alimentos para o PAA da UFV, detinham autonomia para produção e uma unidade produtiva diversificada, o que pode ter contribuído para inserção no mercado da Universidade e nas questões referentes à segurança alimentar de sua família, segundo percepção refletida na Escala Brasileira de Insegurança Alimentar.

Referências

ASSIS, S. C. R. **Implementação do Programa de Aquisição de Alimentos, modalidade compra institucional, na Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais e situação de (In) Segurança Alimentar e Nutricional dos Agricultores familiares beneficiários Fornecedores.** 2016. 319 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, Minas Gerais, 2016.

BRASIL. **Dados cadastrais das Instituições de Ensino Superior no Brasil: Portal Brasileiro de Dados Abertos.** 2011. Disponível em: <http://dados.gov.br/dataset/instituicoes-de-ensino-superior/resource/20bf16da-6a37-4e3a-9e6a-cfe335641d4d>. Acesso em: 25 de jul. 2019.

BRASIL. Decreto n. 8.293, de 12 de agosto de 2014a. Altera o Decreto no 7.775, de 4 de julho de 2012, que dispõe sobre o Programa de Aquisição de Alimentos. **Diário Oficial da União.** 13 ago., 2014.

BRASIL. Resolução n. 50, de 26 de setembro de 2012. Dispõe sobre a sistemática de funcionamento da modalidade de execução Compra Institucional, no âmbito do cronograma de Aquisição de Alimentos. **Diário Oficial da União.** 2012a.

BRASIL. Decreto nº. 8.473 de 22 de junho de 2015. Estabelece, no âmbito da Administração Pública federal, o percentual mínimo destinado à aquisição de gêneros alimentícios de agricultores familiares e suas organizações, empreendedores familiares rurais e demais beneficiários da Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006, e dá outras providências. **Diário Oficial da União.** Brasília, 26 de junho de 2015. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Decreto/D8473.htm. Acesso em: 01 de ago. 2019.

COSTA, A. M. **Pobreza e vulnerabilidade de agricultores familiares de Santo Cristo/RS: uma análise da seca a partir da abordagem das capacitações.** 2006. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

MARTINELLI, S. S. *et al.* Potencialidades da compra institucional na promoção de sistemas agroalimentares locais e sustentáveis: o caso de um restaurante universitário. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 22, n. 1, p. 558–573, 2015.

OLIVEIRA, L. M. **Avaliação do processo de implantação do Programa de Aquisição de Alimentos na modalidade compra institucional na Universidade Federal do Rio Grande do Norte**. 2017. 123 f. Dissertação (Mestrado em Gestão Pública). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, Rio Grande do Norte, 2017.

SALGADO, R. J. S. F. **Implementação do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA): a trajetória de operacionalização do PAA institucional na Universidade Federal de Viçosa-MG**. 2016. 146 f. Dissertação (Mestrado em Administração). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, Minas Gerais, 2016.

SALGADO, R. J. S. F.; DIAS, M. M. Análise da influência do Programa de Aquisição de Alimentos sobre a qualidade de vida de agricultores familiares do município de Viçosa/M.G. **Perspectivas em Políticas Públicas**, v.1, n.1, p. 65–91, 2013.

SCHIMITT, C. J.; GUIMARÃES, L. A. O mercado institucional como instrumento para o fortalecimento da agricultura familiar de base ecológica. **Agriculturas**, v. 5, n. 2, p. 7–13, 2008.

SILVA, V. **O Papel do Programa de Aquisição de Alimentos para o fortalecimento da agricultura familiar: o caso da Cooperativa da Agricultura Familiar Rural Integrada de Capanema, PR**. 2013. 206f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2013.

UFV - Universidade Federal de Viçosa. Pró Reitoria de Assuntos Comunitários. **Proposta de: “Política de Segurança Alimentar e Nutricional para a Universidade Federal de Viçosa”**. Viçosa, 2012.

UFV - Universidade Federal de Viçosa. Diretoria de Material. **Editais da Chamada Pública 001/2013 para aquisição de alimentos do PAA**. Viçosa, 2013. Disponível em: https://www2.dti.ufv.br/noticia/files/anexos/phdU2EeXU_9690.pdf. Acesso em: 25 de jul. 2019.

UFV - Universidade Federal de Viçosa. Registro de Atividades de Extensão (RAEX). **Lançamento da implantação do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) na Universidade Federal de Viçosa**. Viçosa, 2013. Disponível em: <https://www2.dti.ufv.br/raex/scripts/dadosAtividade.php>. Acesso em: 25 de jul. 2019.

UFV - Universidade Federal de Viçosa. Diretoria de Material. **Resultado da Chamada Pública 01/2013**. Viçosa, 2013. Disponível em: https://www2.dti.ufv.br/noticia/files/anexos/phpsmjCDA_9747.pdf. Acesso em: 25 de jul. 2019.

UFV - Universidade Federal de Viçosa. Pró Reitoria de Assuntos Comunitários. **Ato nº 034 de 17 de julho de 2014**. Instituiu a comissão do PAA – Programa de Aquisição de Alimentos, Viçosa, 2014.

UFV - Universidade Federal de Viçosa. Diretoria de Material. **Edital da Chamada Pública 001/2014 para aquisição de alimentos do PAA. Viçosa, 2014.** Disponível em: <http://www.dmt.ufv.br/?noticias=chamada-publica-0012014-aquisicao-de-generosalimenticios-pelo-paa>. Acesso em: 25 de jul. 2019.

UFV - Universidade Federal de Viçosa. Diretoria de Material. **Resultado do Edital da Chamada Pública 001/2014.** Viçosa, 2014. Disponível em: <http://www.dmt.ufv.br/wp-content/uploads/Resultadoda-Chamada-P%C3%BAblica.pdf>. Acesso em: 25 de jul. 2019.

UFV - Universidade Federal de Viçosa. Diretoria de Material. **Laudo de Classificação Pó de Café.** Viçosa, 2014. Disponível em: <http://www.dmt.ufv.br/wp-content/uploads/Laudo-An%C3%A1lisedo-Item-2-P%C3%B3-de-Caf%C3%A9.pdf>. Acesso em: 25 de jul. 2019.

UFV - Universidade Federal de Viçosa. Diretoria de Material. **Comunicado de desclassificação de participante.** Viçosa, 2014. Disponível em: <http://www.dmt.ufv.br/wp-content/uploads/Comunicado-01-sesclassifica%C3%A7%C3%A3o-de-Participante1.pdf>. Acesso em: 25 de jul. 2019.

Capítulo 18

Diferentes metodologias para avaliação de segurança alimentar e nutricional em domicílios da área rural

Luiza Veloso Dutra, Silvia Eloiza Priore

Introdução

A análise de um problema multifacetado, como a Segurança Alimentar e Nutricional (SAN), demanda o emprego de diferentes métodos e o envolvimento de profissionais de diversas áreas (PESSANHA, VANNIER-SANTOS, MITCHELL, 2008). A Organização para Agricultura e Alimentação das Nações Unidas (FAO), desde 2000, vem investindo na proposição de indicadores para avaliar e monitorar a situação de SAN (FAO, 2000).

Diversos métodos podem ser utilizados para se avaliar a SAN, sendo que, cada um monitora o fenômeno por uma ótica, tornando-os complementares. Assim, enquanto uns avaliam a SAN nacionalmente, outros se aproximam do nível domiciliar e/ou individual. Alguns métodos abordam a disponibilidade de alimentos, outros o acesso ou a estabilidade das famílias a este acesso. A utilização de um maior número de métodos na avaliação, leva a um maior o número de aspectos analisados e, portanto, mais completa tenderá a ser a análise da situação (PESSANHA, VANNIER-SANTOS, MITCHELL, 2008; GALESI; QUESADA, 2009).

Todos os métodos possuem vantagens e desvantagens, bem como erros de medida e avaliação, que poderão ser reduzidos conforme o conhecimento dos princípios que o baseiam, além do envolvimento de pesquisadores de campo, capacitados quanto às metodologias e do objetivo do trabalho a ser desenvolvido (PÉREZ-ESCAMILLA, SEGALL-CORRÊA, 2008).

No meio rural é importante a aplicação de diferentes métodos para avaliação da SAN, pois neste, geralmente, há uma população residente em situação vulnerável quanto à situação alimentar e nutricional e aos determinantes socioeconômicos e de produção de alimentos, uma vez que estes estão atrelados a posse de terra (TRIVELLATO *et al*, 2019).

Histórico e conceito de Segurança Alimentar e Nutricional

Na primeira metade do século XX, a questão alimentar ganhou relevância no contexto da Primeira Guerra Mundial, na recessão dos anos 1930 e na Segunda Guerra Mundial, tornando-a um dever do Estado (MALUF, 2007). No período das Guerras, a alimentação era também uma arma para os países, fortalecendo a ideia de que a soberania destes dependia de sua capacidade de produção de alimentos (BATISTA FILHO, 2003; PINHEIRO, 2008).

A Segurança Alimentar, pautada com a produção de alimentos, se manteve até a década de 1970, quando os estoques alimentícios estavam escassos, visto que mais da metade da Europa estava devastada pelas Guerras e sem condições de produzir seu próprio alimento. Este cenário, favoreceu a ocorrência da Revolução Verde, com o discurso de que incrementos na produtividade agrícola, com substituição dos modelos de produção locais e tradicionais, por práticas tecnológicas homogêneas, seriam capazes de solucionar o problema da fome. Porém, a Revolução Verde não garantiu a sustentabilidade, uma vez que pautou-se na monocultura dependente de grande uso de fertilizantes, pesticidas e insumos não-renováveis, de alto custo e geradora de impactos ambientais negativos (HIRAI, ANJOS, 2007; PINHEIRO, 2008).

Dessa forma, o enfoque da Segurança Alimentar se volta para a disponibilidade de alimentos pela expansão da produção agrícola, convencendo a todos que o problema da fome seria resolvido com aumento da produção agrícola (MALUF, 2007). No Brasil, Josué de Castro foi pioneiro no tema fome com o livro, “Geografia da Fome”, mostrando o caráter político e social da fome e suas consequências (CASTRO, 1984).

A expressão Segurança Alimentar, como conceito orientador de políticas públicas, surge em 1974, na Conferência Mundial da Alimentação, promovida pela FAO. Na década de 1980 ocorreu inflexão na direção da capacidade de acesso aos alimentos pelos indivíduos e grupos sociais. No início da década de 1990, questões como qualidade sanitária, biológica, nutricional, cultural e sustentabilidade foram incorporadas na temática (BATISTA FILHO, 2003; VASCONCELOS, 2005). Em 1996, a FAO estabeleceu um conceito mais amplo, ao afirmar que Segurança Alimentar se trata de assegurar o acesso aos alimentos para todos e a todo o momento, em quantidade e qualidade suficientes para garantir uma vida saudável (LEÃO, 2013). E em 2006, com

definição mais abrangente, no Brasil, a Lei nº 11.346/2006 criou o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional e conceituou (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.

Considerando a amplitude do conceito de SAN, a alimentação deve ser não só suficiente em quantidade, visando a erradicação da fome, mas também em qualidade nutricional com boas práticas alimentares, abrangendo famílias e indivíduos. Os alimentos podem estar disponíveis no país, mas não estar acessíveis à população, seja por renda deficiente ou devido a conflitos internos no país e ação de monopólios, levando à insegurança alimentar e nutricional (in) SAN (BELIK, 2003; RODRIGUES, 2010)

Agroecologia e Segurança Alimentar e Nutricional

O desenvolvimento sustentável estrutura-se como consequência do desenvolvimento social, econômico e da preservação ambiental. A agricultura familiar sustentável surge da crescente insatisfação com a agricultura moderna, emergindo o desejo social por um sistema produtivo que conserve os recursos naturais e forneça produtos saudáveis. Resultado disso, são as crescentes pressões sociais por uma agricultura que não prejudique o meio ambiente com desmatamento, compactação do solo e uso indiscriminado de agrotóxicos e favoreça a saúde humana (AGUIAR, 2011).

De acordo com o Departamento de Estudos Socioeconômicos Rurais, um dos elementos estratégicos do desenvolvimento sustentável da agricultura está na produção para o autoconsumo. Assim, a renda total de uma propriedade não advém, essencialmente, da renda monetária, mas da não monetária, oriunda da contabilização da produção destinada para o consumo familiar (DESER, 2004). Desta forma, a produção para o autoconsumo é considerada renda, pois diminui despesas com a alimentação e com a saúde, garantindo qualidade de vida; bem como, a SAN (GRISA, GAZOLLA, SCHNEIDER, 2010).

Se a produção agrícola deve tornar-se sustentável, todas as suas etapas, produção, distribuição e consumo de alimentos precisam estar incluídas para que haja um sistema alimentar mais amplo. Os sistemas alimentares são mais abrangentes do que a atividade agrícola em si, o que faz da sustentabilidade algo maior do que as unidades de produção agrícola. É a complexa interação entre as dimensões ecológicas, técnica, social e econômica, de nossos sistemas alimentares que determinará se estes serão sustentáveis a longo prazo (GLIESSMAN, 2009).

Para que um país possa ser considerado dotado de SAN é necessário que se implemente políticas públicas que disponibilizem recursos para estimular e remunerar a produção de alimentos básicos compatíveis com os hábitos alimentares de cada região e destinem recursos para implementar a transição do sistema convencional para uma agricultura sustentável, baseada nos princípios da Agroecologia (CAPORAL, 2009).

A Agroecologia, como ciência, tem que ser compreendida com agricultura sustentável, pois atua contribuindo para a minimização de problemas como a fome, má qualidade dos alimentos e destruição dos recursos naturais necessários para a produção, na medida em que passa a fazer parte de estratégias e programas de incentivo à produção agropecuária, assim como de programas de ensino, pesquisa e extensão rural (ALTIERI, 2010; MALUF *et al*, 2015).

Estudos com agricultores registraram que as práticas agroecológicas retomam maior produção e diversidade de alimentos para o consumo familiar e para o fornecimento ao consumidor; aumento da autonomia dos agricultores; obtenção de incremento na renda; manutenção do modo de vida rural; resgate ou incorporação de práticas alimentares mais saudáveis e registro de uma percepção positiva sobre a saúde da família após determinado tempo de conversão da propriedade rural à Agroecologia (RIGON *et al*, 2006; LOURENÇO, SCHNEIDER, GAZOLLA, 2017).

A Agroecologia como estratégia intersetorial de promoção da saúde e de sustentabilidade fortalece o conceito de SAN, referendado no Brasil pela Lei Federal nº 11.346/2006, e suas diretrizes como a conservação da biodiversidade e a utilização sustentável dos recursos no processo de produção de alimentos, a promoção da agricultura familiar e das práticas de Agroecologia (AZEVEDO, PELICIONI, 2011).

Neste debate, um aspecto fundamental é a pactuação do conceito de alimentação adequada e saudável que reestabelece a lógica de produção e consumo como partes de

um todo e com princípios e práticas comuns, tendo a soberania alimentar como um valor agregador do processo (CONSEA, 2007).

A soberania e a SAN requerem a implementação de estilos de agricultura sustentável baseados nos princípios da Agroecologia. Os estilos de agricultura devem ser compatíveis com a heterogeneidade dos agroecossistemas, levando-se em conta os conhecimentos locais, os avanços científicos e a socialização de saberes, além do uso de tecnologias menos agressivas ao ambiente e à saúde, definindo o atendimento das demandas alimentares e nutricionais como principal meta da produção agropecuária sustentável (CAPORAL, 2009; AZEVEDO, PELICIONI, 2011).

Segurança Alimentar e Nutricional no meio rural

A economia de vários países, desenvolvidos e em desenvolvimento, se organiza em função da exportação agrícola, proveniente principalmente de monoculturas, que contribui para a economia nacional. Entretanto, este tipo de agricultura causa contaminação humana e ambiental por agrotóxicos, desmatamento e perda de biodiversidade; concentração de renda e redução de empregos (comparado a agricultura familiar). Além disso, intensificam desigualdades sociais, contribuem para o êxodo rural e afetam a SAN, por reduzir a qualidade e quantidade da produção familiar de alimentos (ALTIERI, 2010; CARNEIRO *et al*, 2015).

A forma como um país organiza a produção agrícola reflete as escolhas de seu desenvolvimento e como os alimentos serão ofertados à população em disponibilidade, preço e qualidade. O aumento na produção, proveniente de inovações tecnológicas, contrariou o diagnóstico malthusiano, que previa a falta de alimentos decorrente do crescimento exponencial da população. Apesar disso, estudos recentes relatam que a produção agrícola poderá ser insuficiente para suprir as necessidades nutricionais da população em 2050 (ALTIERI, 2010; FAO, 2012; SMITH, 2015). Entretanto, outras análises enfatizam o acesso como principal condicionante para obtenção do alimento, por insuficiência de renda ou incapacidade de produzi-los (MALUF, 2004).

No Brasil urbano e rural, segundo a FAO, em 2017, havia 5,2 milhões de pessoas que passam fome. Dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios de 2013 mostram que a proporção de famílias em situação insegurança alimentar na zona rural brasileira é de 35,3 %, sendo 5,5 % insegurança grave (IBGE, 2014; FAO, 2018).

No meio rural brasileiro a dificuldade de acesso à terra, ocasionada pela concentração de renda e poder político, contribui para a situação de insegurança alimentar e pobreza dos agricultores familiares. Devido a especialização produtiva, os produtores destinam-se a monocultivos, visando renda, obtendo assim pouca produção para o autoconsumo, que poderia garantir acesso total ou parcial aos alimentos. Portanto, o caráter mercantil da agricultura torna vulnerável a produção de alimentos básicos e agricultores familiares dependentes da aquisição monetária de alimentos em mercados locais (GAZOLLA, 2006; LOURENÇO, SCHNEIDER, GAZOLLA, 2017).

Métodos de avaliação de insegurança alimentar

A disponibilidade monetária, estado nutricional e situação de acesso aos alimentos são frequentemente utilizados como indicadores de insegurança alimentar, entretanto estar acima da linha de pobreza, com adequado estado nutricional e livre de fome não é garantia de SAN (VALENTE, 2003).

A seguir serão apresentados métodos para avaliação de SAN no âmbito domiciliar com exemplos de pesquisas nacionais brasileiras e pesquisa realizada em um município do Minas Gerais, Brasil.

Estudo realizado na área rural de um município da Zona da Mata de Minas Gerais

Este estudo é parte da dissertação *Insegurança alimentar e nutricional e a produção para o autoconsumo em domicílios da zona rural de São Miguel do Anta, Minas Gerais* que foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa, sob nº 196/2011. Todos os participantes ou responsáveis, quando menores de 18 anos, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Os menores de 18 anos estiveram acompanhados dos responsáveis durante as avaliações e retornos aos indivíduos (DUTRA, 2013).

Trata-se de pesquisa transversal, realizada com 79 famílias residentes na zona rural do município de São Miguel do Anta (SMA), Minas Gerais, Brasil. Realizou-se visitas domiciliares, sendo aplicados questionários estruturados referentes a informações socioeconômicas e de disponibilidade alimentar, bem como a Escala Brasileira de Insegurança Alimentar (EBIA) (SEGALL-CORRÊA, 2007). Questões referentes às

condições de moradia foram investigadas segundo metodologia da Pesquisa de Padrões de Vida 1996-1997 (IBGE, 2000). Aferiu-se peso e estatura de todos os moradores dos domicílios e posteriormente calculou-se o índice de massa corporal (IMC) para classificação do estado nutricional (BRASIL, 2011).

O cálculo da renda familiar disponível *per capita* mensal, considerou a renda familiar total declarada, acrescido do valor estimado da produção para o autoconsumo (convertido em valores monetários pelos preços vigentes no varejo local) (TAKAGI, SILVA, GROSSI, 2001). A produção de alimentos para autoconsumo foi investigada por questionário, indagando sobre os tipos e quantidade de alimentos produzidos pela família destinados ao consumo nos últimos 30 dias (DUTRA *et al*, 2018a).

Pesquisas de orçamentos domésticos

As Pesquisas de Orçamentos Domésticos utilizam entrevistas com indivíduos em seus domicílios, os quais relatam a renda total domiciliar, bem como o valor total de gastos na aquisição de alimentos e no suprimento das demais necessidades básicas. O período de referência utilizado normalmente é a última semana ou o último mês. São solicitados: preços e quantidades dos alimentos adquiridos dentro e fora do domicílio; alimentos recebidos como doação ou forma de pagamento por trabalho e os produzidos no domicílio para consumo. Estas informações permitem estimar a disponibilidade alimentar média que, por meio de tabelas de conversão de quantidade de alimentos em calorias, fornecem as quilocalorias disponíveis no domicílio por pessoa/dia (PÉREZ-ESCAMILLA, SEGALL-CORRÊA, 2008; IBGE, 2010a).

Diversas medidas de insegurança alimentar podem ser construídas a partir de dados de inquéritos de despesas familiares, como: deficiência de energia alimentar no domicílio, nível de deficiência energética, diversidade e despesas com alimentação (SMITH, 2002).

No Brasil, os resultados das Pesquisas de Orçamentos Familiares (POF) de 2002-2003 e 2008-2009, mostram que em domicílios rurais houve queda na participação relativa de alimentos *in natura* na composição do total médio diário de calorias adquirido, como feijão (9,0 - 6,8 %), mandioca (0,9 - 0,6 %) e leite (4,6 - 3,9 %). Enquanto cresceu a proporção de alimentos processados, macarrão (1,9 - 2,4 %) e pão francês (1,8 - 2,5 %) e ultraprocessados, embutidos (1,1 - 1,5 %), biscoitos (2,4 - 2,8 %), margarina (0,8 -

1,1 %). Destaca-se ainda o crescimento na participação do açúcar (12,7 - 14,1 %) nas calorias totais disponíveis (IBGE, 2010a).

A análise da composição nutricional da disponibilidade domiciliar de alimentos na área rural, evidencia diminuição de carboidratos e aumento de gorduras e proteínas. De acordo com os dados da Tabela 1, a fração dos carboidratos que mais reduz é a que exclui os açúcares livres, enquanto a de lipídeos que aumenta inclui ácidos graxos monoinsaturados e saturados. A fração de proteínas que aumenta é a de origem animal. A participação dos açúcares livres em 17,2 % aponta que o limite máximo de 10 % para a proporção de calorias provenientes desse nutriente é ultrapassado nos dois inquéritos, assim como o teor total de gordura e de ácidos graxos saturados (IBGE, 2010a).

Tabela 1. Participação relativa de macronutrientes no total de calorias determinado pela aquisição alimentar domiciliar, por ano da pesquisa – Brasil – períodos 2002-2003 e 2008-2009 e em domicílios da zona rural de São Miguel do Anta, MG, 2012.

Macronutrientes	Participação relativa, por ano da POF (%)		Participação relativa, zona rural São Miguel do Anta (%)		
	2002-2003	2008-2009	Total	Compra	Produção
<i>Carboidratos</i>	64,6	63,8	57,3	52,2	5,1
Açúcares livres	13,7	17,2	12,2	12,2	-
Demais carboidratos	50,9	46,7	45,1	39,5	5,4
<i>Proteínas</i>	12,4	11,4	10,8	6,2	4,6
Animal	6,2	6,0	4,5	1,2	3,3
Vegetal	6,2	5,4	6,3	4,1	2,2
<i>Lipídeos</i>	22,9	24,8	31,9	18,9	13,0
Ácidos graxos monoinsaturados	6,0	7,6	10,4	4,6	5,8
Ácidos graxos poliinsaturados	7,4	8,4	10,8	8,3	2,5
Ácidos graxos saturados	7,7	7,0	9,4	3,6	5,8

Fonte: (IBGE, 2004a, 2010a; DUTRA, 2013)

Os dados da pesquisa em São Miguel do Anta/MG apresentam que a participação relativa de macronutrientes na disponibilidade alimentar domiciliar difere dos dados nacionais com menores valores de carboidrato e proteínas e maior de lipídeos. Os valores, quando divididos de acordo com sua origem de aquisição, revelam maior gasto com a compra de carboidratos (52,2 %), maior percentual de proteína animal (3,3 %) e ácidos graxos saturados (5,8 %) vindos da produção (DUTRA, 2013).

A POF 2008-2009 mostrou ainda que a disponibilidade média *per capita* de alimentos na área rural correspondeu a 1980 kcal/dia, menos que em 2002-2003 (2.400 kcal/dia), estando ambos os valores próximos à recomendação do valor energético total de 2.000 kcal/dia/pessoa, para a população brasileira. Em São Miguel do Anta o valor médio foi de 3505,43 kcal/dia/pessoa e do total de calorias disponíveis, 22,7 % provinham da produção familiar (IBGE, 2010a).

Método da FAO

A FAO utiliza medida de disponibilidade calórica média diária *per capita* para acompanhar, ao longo do tempo, o grau de vulnerabilidade à carência alimentar dos diferentes países, baseada na Folha de Balanço de Alimentos (FBA) e nas pesquisas de orçamentos domésticos de um determinado território nacional (FAO, 2013).

Para elaboração da FBA utiliza-se informações nacionais referentes à produção, importação, exportação, processamento de alimentos e perdas, além da quantidade de sementes e ração animal referentes ao montante total de mercadoria disponível para o consumo humano durante o ano. A conta da oferta/utilização é realizada para cada mercadoria em peso e a disponibilidade total é obtida pelo somatório do componente alimentar de todas as mercadorias, após a conversão em energia (PÉREZ-ESCAMILLA, SEGALL-CORRÊA, 2008; KEPPLER, SEGALL-CORRÊA, 2011).

Para avaliar a adequação da quantidade de calorias disponíveis no domicílio *per capita*, este método requer, além dos dados de disponibilidade alimentar, de informações derivadas de pesquisas de orçamentos domésticos: ingestão calórica média *per capita*, coeficiente de variação desta ingestão (para obter a curva de distribuição do consumo de energia), número de habitantes no ano de referência da estimativa do país e valor de referência ou ponto de corte que estabelece a necessidade calórica mínima *per capita* (FAO, 2003; PÉREZ-ESCAMILLA, SEGALL-CORRÊA, 2008).

O método pode ser adaptado e utilizado para classificar a segurança alimentar no domicílio. Para tanto, emprega-se a quantidade calórica disponível para consumo *per capita* diário, subtraindo-se do somatório da necessidade energética de cada membro da família, verificando quanto a disponibilidade calórica supre a necessidade de cada família (SMITH, 2002). Na pesquisa realizada em São Miguel do Anta, a aplicação deste método mostrou que 12 % (n=10) das famílias estavam inseguras.

No Brasil, segundo análise de dados da FBA da FAO, a disponibilidade média *per capita*/dia para a população brasileira, aumentou de 2774 kcal, em 1993 para 3015 kcal em 2013. Ressalta-se que dados de disponibilidade alimentar em um país ou em um domicílio refletem apenas disponibilidade de alimentos para consumo de todos e não o efetivo consumo pelos indivíduos.

Pesquisas de ingestão individual de alimentos

A Pesquisa de Ingestão Individual de Alimentos mede de forma próxima o fenômeno da insegurança alimentar, pois investiga o efetivo consumo de alimentos do indivíduo de forma direta. Para tal, são utilizados instrumentos que permitem captar características individuais, como registros ou recordatórios alimentares (FAO, 2003).

A escolha do método depende da população a ser estudada e do tipo de informação dietética que se quer obter. Nos métodos recordatórios (Questionário de Frequência de Consumo Alimentar-QFCA e o Recordatório de 24 horas) os indivíduos relembram os alimentos ingeridos e relatam a um profissional, e os métodos em que o indivíduo registra o consumo no momento da ingestão, compondo um diário alimentar (ANJOS, SOUZA, ROSSATO, 2009).

Os métodos que medem o consumo de alimentos individual, necessitam de tempo de referência padronizado (dia, semana, mês anterior) e conhecimento do tamanho das porções consumidas de cada alimento. Dispondo da composição química dos mesmos, é possível converter a quantidade de alimentos em ingestão de calorias e nutrientes. Com essas informações e a necessidade calórica é possível avaliar a adequação calórica e nutricional do indivíduo. Para interpretar os dados são necessários pontos de corte específicos que estabelecem o risco de deficiência ou excesso de consumo de cada componente nutricional (PÉREZ-ESCAMILLA, SEGALL-CORRÊA, 2008; BOING *et al*, 2014).

No estudo realizado na zona rural de São Miguel do Anta/MG, 53,7 % (n=146) dos moradores avaliados, apresentaram ingestão de energia abaixo das recomendações (MORAIS *et al*, 2014). No Brasil, o Inquérito Nacional de Alimentação, realizado na POF 2008-2009, utilizou registros realizados por indivíduos maiores de 10 anos, complementadas mediante entrevistas. Os resultados mostram que as maiores médias de consumo diário *per capita*, na área rural, foram café (85,6 %), arroz (83,5 %), feijão

(71,8 %), carne bovina (43,7 %), ovos (20,7 %), farinha de mandioca (20,2 %), macarrão (19,2 %), leite (13,6 %) e banana (13,7 %). Em relação ao consumo fora do domicílio foi reportado maior consumo de sorvetes (56,3%), pizzas (52,6 %), salgados fritos e assados (48,4 %), refrigerantes (36,5 %) e bebidas destiladas (26,4 %) (IBGE, 2011).

Registrar a ingestão alimentar individual é complexo, pois fatores como idade, imagem corporal, memória, crenças, comportamento, cultura, escolaridade e situação socioeconômica, podem interferir e dificultar o registro da ingestão de um indivíduo (CAVALCANTE, PRIORE, FRANCESCHINI, 2004).

Pesquisas antropométricas

A avaliação antropométrica verifica medidas do corpo humano com o propósito de detectar possíveis distrofias nutricionais. Os indicadores antropométricos mais comumente empregados nas pesquisas nacionais são as medidas de peso e altura (ou comprimento). A combinação destas medidas constitui índices, sendo o Índice de Massa Corporal (IMC) o mais utilizado para avaliação do estado nutricional, em todas as faixas etárias. Em crianças e adolescentes, outros índices também devem ser utilizados para diagnóstico nutricional, como Peso/Idade e Peso/Estatura para crianças e Estatura/Idade para ambos (PIMENTEL, SICHIERI, SALLES-COSTA, 2009).

No Brasil, de acordo com a POF 2008-2009, o peso dos brasileiros vem aumentando nos últimos 30 anos. Em 2009, uma em cada três crianças de 5 a 9 anos estava acima do peso recomendado pela Organização Mundial de Saúde (OMS), já o déficit de altura diminuiu de 29,3 % (1974/75) para 7,2 % (2008/09) entre meninos e de 26,7 % para 6,3 % nas meninas. A parcela dos adolescentes do sexo masculino com excesso de peso passou de 3,7 % (1974/75) para 21,7 % (2008/09) e no sexo feminino foi de 7,6 % para 19,4 %. O excesso de peso em homens adultos foi de 18,5 % para 50,1 % e ultrapassou, em 2008-2009, o das mulheres, que foi de 28,7 % para 48 %. O excesso de peso foi mais evidente nos homens com maior rendimento financeiro (61,8 %) e variou pouco para as mulheres (45-49 %) em todas as faixas de renda (IBGE, 2010b).

Os dados apresentados na Tabela 2, mostram o estado nutricional, da área rural do Sudeste brasileiro, segundo a POF 2008/09, e os resultados do estudo realizado em São Miguel do Anta/MG, segundo sexo e idade. Destaca-se a maior prevalência de excesso de peso no sexo feminino, nas duas pesquisas em todas as faixas etárias; a prevalência de

baixo peso acima de 5 % em todas as faixas etárias de SMA e abaixo deste valor nos dados da POF 2008/09; a ausência de casos de obesidade em ambos os sexos em menores de 10 anos e adolescentes do sexo masculino em SMA.

Analisando a classificação do domicílio em situação de insegurança alimentar pelo estado nutricional, segundo a presença de pelo menos um indivíduo com baixo peso, em SMA 24 % dos domicílios estavam inseguros (DUTRA *et al*, 2018b).

Tabela 2. Prevalência de estado nutricional na população rural residente em domicílios do Sudeste brasileiro (POF 2008/09) e da zona rural de São Miguel do Anta, MG, segundo idade e sexo, 2012.

Grupos de idade	Prevalência de déficit de peso, eutrofia, excesso de peso e obesidade, na população, por idade e sexo (%)					
	São Miguel do Anta/MG – Zona rural			POF 2008/09 – Sudeste rural		
	Total	Masculino	Feminino	Total	Masculino	Feminino
Baixo peso						
Total	10,9	10,5	11,2	2,8	2,5	3,2
< 10	11,9	8,0	15,8	3,6	3,2	4,1
≥ 10 e < 20	11,9	11,7	12,0	2,2	2,3	2,0
≥ 20	8,9	11,9	5,9	2,7	1,9	3,5
Eutrofia						
Total	69,9	79,2	60,8	52,1	40,6	50,2
< 10	78,2	88,0	68,4	48,1	47,4	48,7
≥ 10 e < 20	78,1	88,3	68,0	71,5	69,0	74,1
≥ 20	53,6	61,4	45,9	36,7	45,4	27,9
Excesso de peso						
Total	13,4	8,2	17,5	34,4	33,0	35,7
< 10	9,9	4,0	15,8	35,5	34,3	36,8
≥ 10 e < 20	4,0	-	8,0	21,9	23,6	20,3
≥ 20	26,3	20,8	31,7	45,7	41,3	50,2
Obesidade						
Total	5,7	1,9	9,5	10,7	7,2	10,8
< 10	-	-	-	12,8	15,1	10,4
≥ 10 e < 20	6,0	-	12,0	4,4	5,1	3,6
≥ 20	11,2	5,9	16,5	14,9	11,4	18,4

Fonte: (IBGE, 2004b, 2010b; DUTRA *et al*, 2018b)

Pesquisas de percepção de insegurança alimentar e fome

A fome, como um fenômeno social e biológico, necessita de uma análise para além da ingestão alimentar insuficiente. O método baseado na percepção consegue analisar as dimensões físicas e psicológicas da insegurança alimentar e possibilita classificar os domicílios de acordo com a vulnerabilidade ou nível de exposição à fome (SEGALL-CORRÊA, 2007).

Em circunstâncias em que as pessoas não têm recursos financeiros para adquirir alimento, mesmo sem manifestações clínicas de deficiência, ou que tenham receio de privações futuras, caracterizam situações de insegurança. Conhecer a percepção da fome e o comportamento a ela relacionado permite que se chegue mais próximo possível da insegurança alimentar (PANIGASSI *et al*, 2008).

Em 2004, 2009 e 2013, o IBGE realizou a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) com a aplicação da EBIA, obtendo assim, informações sobre as condições de segurança alimentar nos domicílios brasileiros dimensionando, em todo território nacional, os problemas de insegurança alimentar e sua manifestação mais grave, a fome (IBGE, 2006, 2010c, 2014).

Os resultados das PNAD, vistos no Quadro 1, apontam que prevalência de segurança alimentar em domicílios particulares, nível nacional, aumentou ao longo dos anos. Com relação a área rural e aos graus de gravidade da insegurança alimentar (IA) nos domicílios, houve redução para IA moderada e IA grave. No estudo realizado em São Miguel do Anta/MG, das 79 famílias rurais avaliadas, 49,4 % (n=39) encontrava-se em insegurança alimentar, pela EBIA, sendo 43 % (n=34) em insegurança alimentar leve.

Quadro 1. Prevalência de segurança alimentar em domicílios particulares e prevalência na área rural por grau de insegurança alimentar no Brasil, 2004, 2009, 2013.

Segurança alimentar e graus de insegurança alimentar	2004	2009	2013
	(%)		
Segurança alimentar - população total	65,2	68,8	77,4
Insegurança alimentar leve - população rural	20,1	13,9	9,6
Insegurança alimentar moderada - população rural	19,6	8,6	7,0
Insegurança alimentar grave - população rural	21,4	8,4	5,5

Fonte: (IBGE, 2006, 2010c, 2014)

Socioeconômico

A dificuldade de acesso regular e permanente a alimentos é um dos fatores determinantes do quadro de insegurança alimentar, neste sentido, o enfrentamento deste problema implica o aumento da disponibilidade de renda (BRASIL, 2010). A insegurança alimentar relatada PNAD mostra relação com algumas características socioeconômicas, como: domicílios em que residiam menores de 18 anos, cujo chefe da família era mulher e que possuíam pessoas da raça negra. Quando avaliado o rendimento domiciliar, em

todos os anos de Pesquisa, quanto menor a classe de rendimento mensal domiciliar per capita, maior a proporção de domicílios em situação de insegurança alimentar moderada ou grave (IBGE, 2006, 2010c, 2014).

No estudo realizado em São Miguel do Anta/MG, das 79 famílias rurais avaliadas, 84,8 % possuíam imóvel próprio e 49,4 % (n=39) encontravam-se em insegurança alimentar, pela EBIA, sendo 43 % (n=34) em insegurança alimentar leve. Todos os domicílios foram classificados na classe econômica B segundo metodologia da Pesquisa sobre Padrões de Vida (IBGE, 2000). A renda mensal domiciliar *per capita* variou de R\$ 49,50 a R\$ 1630,00 com mediana de R\$ 304,00, e o salário mínimo vigente na época era de R\$ 622,00. Quando estratificada em sua composição, verificou-se em todos os domicílios a presença da renda proveniente da produção para o autoconsumo com valores variando de R\$ 12,00 a R\$ 635,00, com mediana de R\$ 186,00 e representava de 0,6 % a 64,3 % da renda total dos domicílios (DUTRA, 2013).

Comparação entre os Diferentes Métodos

As Pesquisas de Orçamentos Domésticos, o Método da FAO e a Ingestão Individual estimam a disponibilidade e/ou consumo de alimentos e os relacionam às necessidades energéticas. A avaliação antropométrica mede os efeitos físicos da assimilação dos nutrientes pelo corpo, enquanto a Percepção da Insegurança Alimentar, como método subjetivo, avalia a resposta comportamental decorrente da insegurança alimentar e da fome (FAO, 2003; PÉREZ-ESCAMILLA, SEGALL-CORRÊA, 2008). Os dados das Pesquisas de Orçamentos Domésticos, por serem obtidos diretamente nos domicílios, são mais relacionados ao acesso, hábito e cultura do que os coletados em instâncias mais abrangentes, como no Método da FAO que se preocupa com região ou país (SMITH, 2002). O uso da estimativa para o número de pessoas subnutridas¹ pelo Método FAO é designado para a supervisão do número de pessoas com fome no mundo (FAO, 2005). Porém, este método assume que o consumo energético acima da necessidade indica segurança alimentar, quando é fato que a obesidade tem se tornado um problema

¹Subnutridas: má adaptação do alimento às condições de vida de uma pessoa; desequilíbrio alimentar em geral; má nutrição, nutrição deficiente.

epidemiológico mundialmente, com excessivo consumo energético, associada a níveis leves e moderados de insegurança alimentar (PIMENTA *et al*, 2004).

Distintamente dos métodos que estimam a ingestão de energia, o método qualitativo de percepção, EBIA, incorpora o conceito de suficiência em relação às necessidades e por isso, é considerado um método direto. É o único que permite captar as dimensões físicas e psicológicas da insegurança alimentar e ainda classificar os domicílios de acordo com sua vulnerabilidade ou nível de exposição à esta (FAO, 2003; PÉREZ-ESCAMILLA, SEGALL-CORRÊA, 2008).

Como trabalhar com cada método

A Pesquisa de Orçamentos Domésticos é dispendiosa em tempo, recursos financeiro e humano. Uma forma de trabalhar com esse tipo de pesquisa é utilizar os bancos de dados de pesquisas nacionais como a Pesquisa de Orçamento Familiar e a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio realizadas no Brasil pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística que disponibiliza os microdados e possibilita inúmeras análises individuais e domiciliares.

Por meio da Folha de Balanço Alimentar (FBA), disponível no site da FAO, é possível obter a disponibilidade total de alimentos para a população de cada país. Trabalhar com esses dados, já coletados, pode auxiliar na identificação das prioridades gerais para a análise de consumo e a preocupação global da política alimentar. Poucos estudos utilizam as informações da FBA, porém esta é uma rica fonte de dados e que cruzada a outros dados nacionais, domiciliares ou individuais enriquecem discussões desde a produção de alimentos até o consumo alimentar.

A POF e PNAD apresentam dados das áreas rurais do Brasil e a FBA permite conhecer a produção de alimentos do país. Esses dados, avaliados em conjunto aos dados do Censo Agropecuário, possibilitam conhecer e analisar a situação da SAN de agricultores brasileiros.

Para a utilização dos dados de Ingestão individual é necessário que a aplicação do método seja realizada por profissional qualificado, preferencialmente nutricionista, para minimizar possíveis vieses nas respostas. Este método requerer maior tempo para coleta e análise e principalmente a escolha do mais adequado para determinada idade (ANJOS;

SOUZA; ROSSATO, 2009). Sua análise deve ser criteriosa, pois além do acesso direto ao alimento ele abrange também o quesito qualidade da SAN.

As medições antropométricas podem ser feitas rapidamente e são indicadores razoavelmente precisos de deficiências energéticas, tanto a curto como a longo prazo, porém necessitam de bons equipamentos e recurso humano capacitado. Há também, neste método, que haver um cruzamento dos dados com a disponibilidade e consumo para melhor compreensão da situação de (in) SAN. Ao optar pela avaliação da Percepção de Insegurança Alimentar deve-se conhecer previamente o local a ser trabalhado, as condições em que vivem a população e principalmente obter um contato cordial com o entrevistado devido as características das perguntas contidas, por exemplo, na Escala Brasileira de Insegurança Alimentar.

Na área rural, há muita receptividade em voluntários para pesquisas, mas deve-se atentar a um cuidado maior na obtenção dos dados individuais, visto que essa população tende a ter baixa escolaridade e conseqüente dificuldade de compreensão a alguns questionamentos.

Considerações finais

A aplicação contínua de diferentes métodos de diagnóstico de SAN pode conduzir a avaliações adequadas e elucidativas dos progressos na luta contra a fome e (in) SAN. Avaliações são fundamentais para a definição de novas iniciativas, e conseqüentemente, redução do número de desnutridos, bem como obesos no mundo, inclusive no meio rural, onde as prevalências de insegurança são sempre mais elevadas.

Assim, estes métodos não devem ser analisados como concorrentes entre si, mas sim como complementares, que permitem captar aspectos de um conceito multidimensional como a SAN. Um método isolado não reflete todas as dimensões da SAN, portanto é importante que cada um seja aplicado de acordo com o objetivo do estudo e que se habitue à utilização de mais de um método.

A adequada mensuração da (in) SAN com diferentes níveis de abordagem pode contribuir na avaliação de políticas públicas existentes e principalmente na formulação de novas políticas diante dos dados obtidos, como por exemplo, a reflexão sobre a inclusão do excesso de peso como fator de (in) SAN.

Referências

- AGUIAR, V. M. Q. F. **Agricultura familiar: desafios para a sustentabilidade socioeconômica e ambiental**. 2011. 166 f. Dissertação (Mestrado em Direito) Pontfícia Universidade Católica de Goiás, 2011.
- ALTIERI, M. A. Agroecologia, agricultura camponesa e soberania alimentar. **Revista NERA**, v. 13, n. 16, p. 23–32, 2010.
- AZEVEDO, E.; PELICIONI, M. C. F. Promoção da Saúde , Sustentabilidade e Agroecologia : uma discussão intersetorial. **Saúde e Sociedade**, v. 20, n. 3, p. 715–729, 2011.
- BATISTA FILHO, M. Da fome à segurança alimentar: retrospecto e visão prospectiva. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 19, n. 4, p. 872–873, 2003.
- BELIK, W. Perspectivas para segurança alimentar e nutricional no Brasil. **Saúde e Sociedade**, v. 12, n. 1, p. 12–20, 2003.
- BOING, A. C. *et al.* The influence of health expenditures on household impoverishment in Brazil. **Revista de Saúde Pública**, v. 48, n. 5, p. 797–807, 2014.
- BRASIL. A Segurança Alimentar e Nutricional e o Direito Humano à Alimentação Adequada no Brasil. **Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional**. Brasília, p. 284, 2010.
- BRASIL. **Orientações para a coleta e análise de dados antropométricos em serviços de saúde: Norma Técnica do Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional - SISVAN**. Brasília: Ministério da Saude., 2011.
- CAPORAL, F. R. Agroecologia: uma nova ciência para apoiar a transição a agriculturas mais sustentáveis. *In: Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais*. Brasília: Planaltina: Embrapa Cerrados, 2009. p. 895–929.
- CARNEIRO, F. F. *et al.* **Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Saúde Coletiva - ABRASCO, 2015.
- CASTRO, J. **Geografia da fome**. 1984. Disponível em: <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:geografia+da+fome#4>. Acesso em: 20 jun. 2018.
- CAVALCANTE, A. A. M.; PRIORE, S. E.; FRANCESCHINI, S. C. C. Food consumption studies: general methodological aspects and its use in the evaluation of children and adolescents aged. **Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil**, v. 4, n. 3, p. 229–240, 2004.

CONSEA - Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional. Documento Final da III Conferência Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional Documento Final - **Por um Desenvolvimento Sustentável com Soberania e Segurança Alimentar e Nutricional**. p. 1–90, 2007.

DESER. **Projeto rede Brasil de agricultores gestores de referência da agricultura da região Sul do Brasil**. [s.l.] Departamento de Estudos Socioeconômicos Rurais, 2004.

ANJOS, L. A.; SOUZA, D. R.; ROSSATO, S. L. Desafios na medição quantitativa da ingestão alimentar em estudos populacionais. **Revista de Nutricao**, v. 22, n. 1, p. 151–161, 2009.

DUTRA, L. V. **Insegurança alimentar e nutricional e produção para o autoconsumo na zona rural de São Miguel do Anta, Minas Gerais**. Orientadora: Silvia Eloiza Priore. 2013. 132 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

DUTRA, L. V. *et al.* Contribution of the production for self- consumption to food availability and food security in households of the rural area of a Brazilian city. **Ecology of Food and Nutrition**, v. 57, n. 4, p. 282–300, 2018a.

DUTRA, L. V. *et al.* Comparison of different household food security assessment methods in the rural area of a Brazilian city. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 35, n. 2, p. 1–17, 2018b.

FAO - Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. **Nutrition Country Profiles - Brazil**. Disponível em: http://www.fao.org/ag/agn/nutrition/bra_en.stm. Acesso em: 20 jun. 2018.

FAO - Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. **International Scientific Symposium on Measurement and Assessment of Food Deprivation and Undernutrition – Summary of Proceedings**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2003.

FAO - Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. **The State of Food Insecurity in the World 2012**. Rome: FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2012.

FAO - Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. **FAOSTAT. Food Balance Sheets**. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/FBS>. Acesso em: 31 jan. 2019.

FAO - Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. **El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo**. Roma: Food and Agriculture Organization, 2018.

GALESI, L. F.; QUESADA, K. R.; OLIVEIRA, M. R. M. Indicadores de Segurança Alimentar e Nutricional. **Revista Simbio-Logias**, v. 2, p. 221–230, 2009.

GAZOLLA, M. O processo de mercantilização do consumo de alimentos na agricultura familiar. **A Diversidade da Agricultura Familiar**, n. 51, 2006.

GLIESSMAN, S. R. Introdução a Agroecologia. *In: Agroecologia: Processos ecológicos em agricultura sustentável*. Rio Grande do Sul: Ed. UFRGS, 2009.

GRISA, C.; GAZOLLA, M.; SCHNEIDER, S. A “ Produção Invisível ” na Agricultura Familiar: Autoconsumo , Segurança Alimentar e Políticas Públicas de Desenvolvimento Rural. **Agroalimentaria**, v. 16, n. 31, p. 65–79, 2010.

HIRAI, W. G.; ANJOS, F. S. dos. Estado e segurança alimentar : alcances e limitações de políticas públicas no Brasil. **Revista Textos & Contextos Porto Alegre**, v. 6, n. 2, p. 335–353, 2007.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Sobre Padrões de Vida**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2000.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2002-2003 - Aquisição alimentar domiciliar per capita**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2004a.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2002-2003 - Antropometria e análise do estado nutricional de crianças e adolescentes no Brasil**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2004b.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) - Segurança Alimentar 2004**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2006.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisas de Orçamentos Familiares 2008-2009 - Aquisição alimentar domiciliar per capita**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010a.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009 - Antropometria e Estado Nutricional de Crianças, Adolescentes e Adultos no Brasil**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010b.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD): Segurança Alimentar 2004/2009**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010c.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de Orçamentos Familiares: 2008-2009. Análise do Consumo Alimentar Pessoal no Brasil**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2011.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD): Segurança Alimentar 2013**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2014. v. 39

- KEPPLE, A. W.; SEGALL-CORRÊA, A. M. Conceituando e medindo segurança alimentar e nutricional. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 16, n. 1, p. 187–199, 2011.
- LEÃO, M. **O Direito Humano à Alimentação Adequada e o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional**. Brasília: ABRANDH, 2013.
- LOURENÇO, A. V.; SCHNEIDER, S.; GAZOLLA, M. A agricultura orgânica no Brasil: um perfil a partir do censo agropecuário 2006. **Extensão Rural**, v. 24, n. 1, p. 42–61, 14 2017.
- MALUF, R. S. **Mercados agroalimentares e a agricultura familiar no Brasil: agregação de valor, cadeias integradas e circuitos regionais**. p. 299–322, 2004.
- MALUF, R. S. **Segurança Alimentar e Nutricional**. Rio de Janeiro: Vozes, 2007.
- 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.
- MORAIS, D. C. *et al.* Food insecurity and anthropometric, dietary and social indicators in Brazilian studies: A systematic review. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 19, n. 5, 2014.
- PANIGASSI, G. *et al.* Insegurança alimentar intrafamiliar e perfil de consumo de alimentos. **Revista de Nutricao**, v. 21, n. SUPPL., p. 135–144, 2008.
- PÉREZ-ESCAMILLA, R.; SEGALL-CORRÊA, A. M. Food insecurity measurement and indicators Indicadores e medidas de insegurança alimentar. **Revista de Nutrição**, v. 21, p. 15–26, 2008.
- PESSANHA, L.; VANNIER-SANTOS, C.; MITCHELL, P. V. Indicadores para avaliar a Segurança Alimentar e Nutricional e a garantia do Direito Humano à Alimentação : metodologias e fontes de dados. **XVI Encontro Nacional de Estudos Populacionais, Caxambu, MG**, 2008.
- PIMENTA, A. M. *et al.* Associação entre Obesidade Central , Triglicerídeos e Hipertensão Arterial em uma Área Rural do Brasil. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 90, n. 6, p. 419–425, 2004.
- PIMENTEL, P. G.; SICHIERI, R.; SALLES-COSTA, R. Insegurança alimentar, condições socioeconômicas e indicadores antropométricos em crianças da Região Metropolitana do Rio de Janeiro/Brasil. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 26, n. 2, p. 283–294, 2009.
- PINHEIRO, A. R. O. Reflexões sobre o Processo Histórico / Político de Construção da Lei Orgânica de Segurança Alimentar e Nutricional. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 15, n. 2, p. 1–15, 2008.
- RIGON, S. A. *et al.* A Alimentação como Forma de Mediação da Relação Sociedade Natureza – Um Estudo de Caso sobre a Agricultura Ecológica e o Auto-consumo em Turvo – Pr. *In: III Encontro da ANPPAS, Brasília. Anais...* Brasília: 2006.

- RODRIGUES, C. S. C. A fome oculta. **CERES: Nutrição & Saúde**, v. 5, n. 1, p. 49–51, 2010.
- SEGALL-CORRÊA, A. M. Insegurança alimentar medida a partir da percepção das pessoas. **Estudos Avançados**, v. 21, n. 60, p. 143–154, 2007.
- SMITH, L. C. The Use of Household Expenditure Surveys for the Assessment of Food Insecurity. *In: Measurement and Assessment of Food Deprivation and Undernutrition*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2002.
- SMITH, P. Malthus is still wrong: We can feed a world of 9-10 billion, but only by reducing food demand. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 74, n. 3, p. 187–190, 2015.
- TAKAGI, M.; SILVA, J. G.; GROSSI, M. D. Pobreza e Fome: em busca de uma metodologia para quantificação do problema no Brasil. **IE/UNICAMP**, p. 60, 2001.
- TRIVELLATO, P. T. *et al.* Insegurança alimentar e nutricional em famílias do meio rural brasileiro : revisão sistemática. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 24, n. 3, p. 865–874, 2019.
- VALENTE, L. F. S. Fome , desnutrição e cidadania: inclusão social e direitos humanos. **Saúde e Sociedade**, v. 12, n. 1, p. 51–60, 2003.
- VASCONCELOS, F. A. G. Combate à fome no Brasil : uma análise histórica de Vargas a Lula. **Revista de Nutrição**, v. 18, n. 4, p. 439–457, 2005.

Capítulo 19

Políticas públicas e pesquisa em segurança alimentar e nutricional de agricultores familiares

Raquel Nunes Silva, Elizangela da Silva Miguel, Carina Aparecida Pinto,
Sílvia Oliveira Lopes, Silvia Eloiza Priore

Introdução

A discussão acerca das políticas e pesquisa que visam à garantia da Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) perpassa por diferentes fatores que podem contribuir de forma positiva ou negativa para se alcançar este êxito.

Neste sentido, torna-se importante a abordagem referente à produção dos alimentos, uma vez que para a garantia da SAN é preciso que a forma de produção atenda as dimensões relacionadas à SAN como qualidade, diversidade, respeito à cultura, além de justiça econômica e produção sustentável. Segundo o relatório da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) intitulado “Perspectivas Agrícolas 2019-2028”, conforme tradução para o português, o Brasil é considerado o maior exportador agrícola e de alimentos da América Latina e Caribe, tendo somando 79,3 bilhões de dólares em exportações no ano de 2017, seguido da Argentina (35 bilhões) e México (32,5 bilhões). Em relação a esta exportação destacam-se produtos como soja, milho, carne, açúcar, café, frutas e legumes (FAO, 2019).

Estes produtos comercializados, com destaque para as lavouras de soja, milho e cana de açúcar, juntamente com a produção de algodão, respondem por 80,0 % dos agrotóxicos utilizados no Brasil, sendo que o cultivo destas monoculturas tem-se tornado cada vez mais dependente de produtos químicos danosos ao ambiente e à saúde humana, além destas lavouras ocuparem grandes extensões de hectares de terra (CARNEIRO *et al*, 2015).

Ressalta-se que esta forma de produção em monocultivo e em grande escala é uma característica do agronegócio, que visa apenas o lucro, sem se preocupar com os impactos sociais e ambientais gerados. É importante destacar outra forma de produção que tem um papel essencial na garantia da SAN – a agricultura familiar. Esta é

responsável por 70 % da diversidade de alimentos que chegam à mesa do brasileiro, dentre eles mandioca, feijão, milho, café, arroz, trigo e soja, além de leite e carnes (Figura 1), sendo o percentual de abastecimento considerável. Estes dados são do extinto Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA), atualmente incorporado dentro da Secretaria de Agricultura Familiar e Cooperativismo, com base nos dados coletados no Censo Agropecuário de 2006 (IBGE, 2009; BRASIL, 2017).

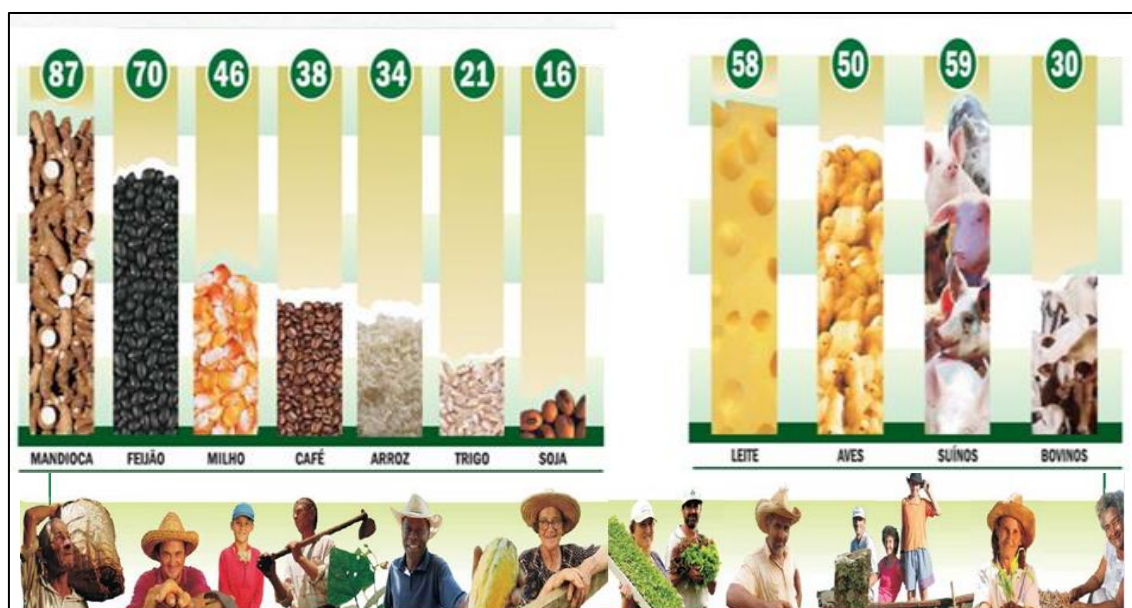


Figura 1. Percentual de participação da agricultura familiar na produção de alimentos. Fonte: Extinto MDA.

Pensando na agricultura familiar, importante meio de produção de alimentos, dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística de 2016 mostram que 15,3 % dos brasileiros vivem em áreas rurais (IBGE, 2016). Ainda considerando este número, destaca-se, no Censo Agropecuário de 2006, que dentre os 5.175.489 estabelecimentos agropecuários, 4.367.902 correspondiam a agricultores familiares, representando 84,4 % do total dos estabelecimentos e ocupando uma área correspondente a 24,3 % da área total dos estabelecimentos rurais brasileiros, como mostra a figura 2 (IBGE, 2009).

Além disso, a agricultura familiar tem uma importante contribuição na receita do país, representando 38 % do valor da produção e 34 % do total das receitas do agronegócio brasileiro. Este dado mostra a importância da valorização e investimento na agricultura familiar que vai para além da produção para autoconsumo e abastecimento interno do consumo de alimentos no Brasil (SCHNEIDER, CASSOL, 2013).

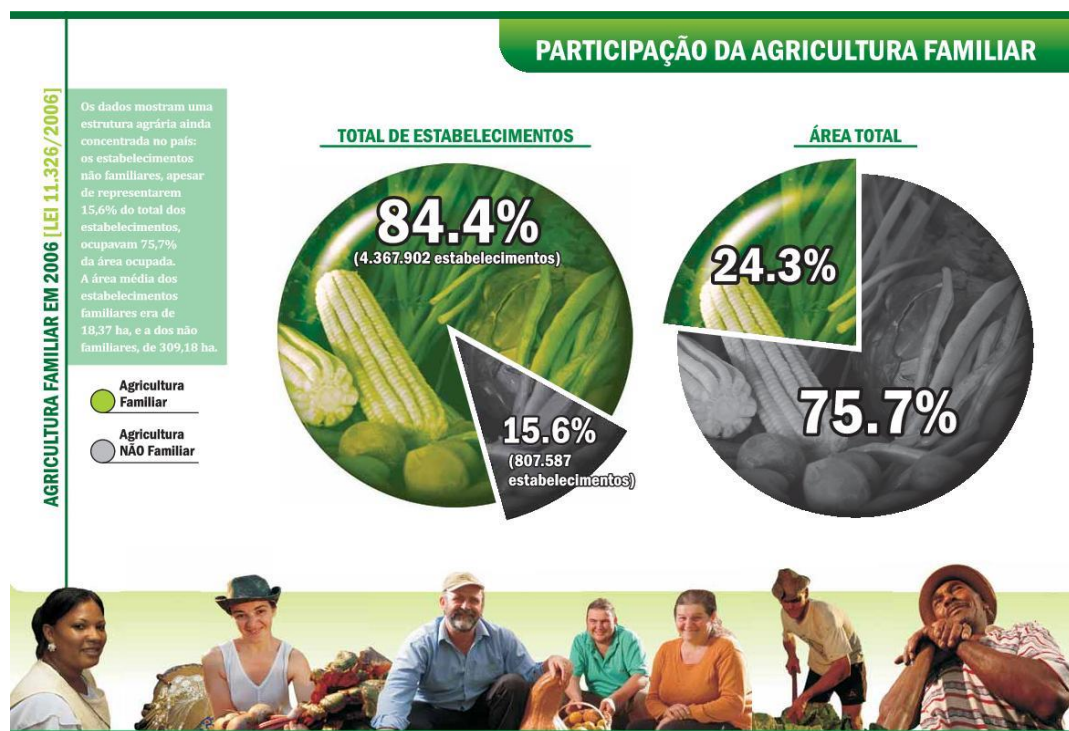


Figura 2. Participação da agricultura familiar segundo número de estabelecimentos e área total para produção de alimentos. Fonte: Extinto MDA.

Contudo, apesar do agronegócio responder por 80 % do mercado de agrotóxicos no Brasil, tendo o país se tornado campeão no uso de agrotóxicos em 2008, sendo a quantidade utilizada superior à área plantada, a problemática dos agrotóxicos afeta também a agricultura familiar (CARNEIRO *et al*, 2015).

Para discutirmos o impacto destes produtos, a lei nº 7.802 de 11 de julho de 1989 sobre a legalização do uso de agrotóxicos no Brasil e o decreto nº 4.074 de 4 de janeiro de 2002 que regulamenta a referida lei, em seu inciso IV do artigo 1º define agrotóxicos e afins como:

substâncias derivadas de processos físicos, químicos ou biológicos, utilizadas na produção, armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, proteção de florestas, nativas ou implantadas, e de outros ecossistemas e também de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las contra os danos provocados por seres vivos considerados nocivos; bem como qualquer substância e produto, empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores de crescimento. Define ainda como componentes, os princípios ativos, os produtos técnicos, suas matérias-primas, os ingredientes inertes e aditivos usados na fabricação de agrotóxicos e afins (BRASIL, 2002).

A definição do termo agrotóxico é ampla, mas não aborda com clareza os riscos relacionados ao próprio nome – agro “tóxico”. Estes trazem implicações tanto para o ambiente quanto para a saúde humana e quando em contato direto com o organismo pode levar à intoxicação aguda ou crônica, com diferentes sintomatologias como consta no Quadro 1 (LONDRES, 2011).

Quadro 1. Efeitos relacionados as intoxicações causadas pelos agrotóxicos.

Intoxicação	Manifestação	Sintomas
AGUDA	Nas primeiras 24 horas.	Cefaleia, náuseas, vômitos, tonteira, coceira na pele, entre outros.
CRÔNICA	Tardia, podendo levar meses ou anos.	Depressão, irritabilidade, insônia, anemia, dermatites, alterações hormonais, problemas imunológicos e reprodutivos, doenças hepáticas, renais e respiratórias, entre outros.

Os agricultores familiares são considerados o grupo de maior risco, devido à exposição direta aos agrotóxicos, ou seja, risco de contaminação pela via ocupacional, caracterizada pela contaminação durante a manipulação das substâncias químicas, muitas vezes sem os devidos cuidados que visam amenizar o risco. No entanto, a contaminação pode ocorrer ainda pela via ambiental, caracterizada pelo contato com os agrotóxicos ao longo dos diversos componentes do meio ambiente e alimentar, caracterizada pela contaminação ocasionada por ingestão de alimentos com resíduos de agrotóxicos (MOREIRA *et al*, 2002).

Os agrotóxicos são classificados, considerando-se sua finalidade em inseticidas, fungicidas, herbicidas, nematicidas, acaricidas, rodenticidas, moluscidas, formicidas, reguladores e inibidores de crescimento, sendo que os sintomas agudos e crônicos diferem entre as classes. Porém, muitas vezes ocorre uma multiexposição, podendo esta ocorrer por um período prolongado, o que contribui para o risco de surgimento de doenças crônicas que podem causar sérios impactos à saúde humana (CARNEIRO *et al*, 2015).

Estudos epidemiológicos têm apontado para a possibilidade de associação entre sintomas agudos e crônicos e exposição aos agrotóxicos, com destaque para o câncer, principalmente relacionado ao risco pela via ocupacional (LONDRES, SOUZA *et al*, 2011; RIGOTTO, VASCONCELOS, ROCHA, 2014; CARNEIRO *et al*, 2015).

Diante das colocações, políticas públicas e pesquisas que visam contribuir para a Segurança Alimentar e Nutricional, bem como tenham como consequência a Soberania

Alimentar – direito de escolha do sistema produtivo e alimentar, tem se tornado um desafio primordial. Segundo a FAO, é preciso garantir o crescimento agrícola, porém este precisa ser sustentável e inclusivo e neste âmbito, a nutrição tem importante papel, uma vez que tanto a fome quanto a obesidade vêm aumentando. Ademais, políticas governamentais são a chave para a garantia da sustentabilidade e da Segurança Alimentar e Nutricional tanto de agricultores quanto consumidores (FAO, 2019).

Algumas políticas governamentais já implementadas no Brasil são consideradas importante para esta conquista, necessitando de continuação para atingirmos este desafio.

Desenvolvimento

No Brasil o conceito de Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) vem sendo discutido há vários anos e utilizado para se referir a estratégia ou política nacional de SAN, que incorpora o acesso regular e de forma permanente a alimentos de qualidade, como também a outros bens e serviços básicos necessários para garantir o bem estar do indivíduo (ABRANDH, 2010).

O conceito de SAN que permanece até os dias atuais foi estabelecido na II Conferência Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (CONSEA, 2004) e 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 da saúde que respeitem a diversidade cultural e que sejam ambiental, cultural, econômica e socialmente sustentáveis (BRASIL, 2006).

Nesta Conferência também se deliberou pela criação de uma Lei Orgânica de Segurança Alimentar e Nutricional (LOSAN) e destacou a necessidade da criação de um Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (SISAN) enquanto política pública de garantia da SAN (PRIORE *et al*, 2014).

A SAN considera dois conceitos distintos e complementares: a dimensão alimentar e a nutricional. A primeira dimensão refere-se à produção e disponibilidade de alimentos e a segunda à escolha, ao preparo e consumo alimentar e sua relação com a saúde e a utilização biológica do alimento (BURITY *et al*, 2010). Essa produção e

disponibilidade de alimentos devem ser suficientes para atender a demanda; estável e continuada para garantir a oferta permanente; autônoma para possibilitar a autossuficiência; equitativa para garantir o acesso universal às necessidades nutricionais e principalmente que seja sustentável do ponto de vista agroecológico, social, econômico e cultural (BURITY *et al*, 2010).

Em relação à dimensão nutricional, ela perpassa pela escolha de alimentos saudáveis; preparo de alimentos com técnicas que preservem o valor nutricional e sanitário do alimento; consumo alimentar saudável e adequado; boas condições de saúde, higiene e de vida; promoção de cuidados com sua própria saúde, da família e comunidade; acesso aos serviços de saúde e promoção dos fatores ambientais que interferem na saúde e nutrição, bem como nas condições psicossociais, econômicas, culturais e ambientais (BURITY *et al*, 2010).

Quando associamos SAN, Soberania Alimentar (SA) e Direito Humano à Alimentação Adequada (DHAA) outros fatores são relevantes para garantir a SAN, como sustentabilidade econômica, social e ambiental da produção, como também a não reprodução de sistemas agroalimentares que violem os direitos e gerem desigualdades (ABRANDH, 2010).

Assim, o DHAA “se realiza quando todo homem, mulher, criança, sozinho ou em comunidade com outros, tem acesso físico e econômico ininterruptamente, a uma alimentação adequada ou aos meios necessários para sua obtenção” (ABRANDH, 2010). Para contemplar todos estes atributos são necessárias políticas articuladas entre diversos setores e o envolvimento da sociedade como um todo de modo a oferecer condições concretas para que os diferentes grupos sociais acessem alimentos de qualidade, em quantidade, com regularidade e produzidos de modo sustentável e permanente. Além disso, para que estas políticas propiciem o acesso a alimentos seguros, saudáveis e produzidos de maneira social, econômica e ambientalmente sustentável é necessário um modelo de desenvolvimento rural que valorize os saberes ancestrais de cultivo e o agricultor (ABRANDH, 2010). Nesse sentido, é preciso que se garanta o direito dos povos de definirem suas próprias políticas e estratégias sustentáveis de produção, distribuição e consumo de alimentos de acordo com cada cultura e região (BRASIL, 2012). Também é necessário que tenham boas condições para a produção e autonomia territorial, ou seja, é preciso garantir a soberania alimentar para promover a SAN dos povos (BRASIL, 2012).

A Lei Orgânica de Segurança Alimentar e Nutricional (LOSAN, Lei n° 11.346/2006) aprovada e sancionada em 2006, reafirmou o conceito de SAN, assegurou a alimentação adequada como direito fundamental do ser humano e atribuiu ao poder público o dever de adotar políticas e ações necessárias para promover e garantir a SAN da população, enfatizando a importância das políticas e ações levarem em consideração as dimensões ambientais, culturais, econômicas, regionais e sociais (BRASIL, 2006).

Em 2010 com a aprovação da Emenda Constitucional n° 64 tem-se uma grande conquista devido à inclusão do Direito Humano à Alimentação no artigo sexto da Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 2010a). Nesse mesmo ano, é instituída a Política Nacional de Segurança Alimentar (PNSAN) através do Decreto n° 7.272/2010 e definido os critérios para elaboração do primeiro Plano Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (BRASIL, 2010b).

A PNSAN reforça o objetivo de promover a SAN bem como assegurar o direito humano à alimentação adequada em todo o território nacional. Essa política apresenta no seu escopo oito diretrizes e estas orientam a elaboração do Plano Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (PLANSAN). Dentre estas diretrizes, destaca-se a segunda diretriz que visa à promoção do abastecimento e estruturação de sistemas sustentáveis e descentralizados, de base agroecológica, de produção, extração, processamento e distribuição de alimentos em consonância com a dimensão alimentar da SAN (BRASIL, 2010b).

O PLANSAN tem sua elaboração prevista na LOSAN e é o principal instrumento de planejamento, gestão e execução da PNSAN e está estruturado de acordo com as oito diretrizes da Política de SAN (CAISAN, 2011).

O primeiro PLANSAN (2012-2015) foi elaborado pela Câmara Interministerial de Segurança Alimentar e Nutricional (CAISAN) e aprovado em 2011 durante a realização da 4ª Conferência Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional, tendo como objetivo consolidar programas e ações relacionadas às diretrizes da PNSAN e informar sobre as responsabilidades dos órgãos e entidades da União (CAISAN, 2011).

Após dois anos da elaboração do PLANSAN 2012/2015 realizou-se um balanço da execução de suas ações que visa, a partir das metas e compromissos registrados no Plano, apresentar à sociedade os avanços na consolidação e fortalecimento das ações que compõem a PNSAN. Também é possível avaliar se a configuração da PNSAN está em um percurso correto e quais desafios precisam ser superados (CAISAN, 2013).

Nesse balanço, a análise de cada diretriz apresenta tanto as ações realizadas quanto um conjunto de indicadores que se relacionam com os objetivos da diretriz (CAISAN, 2013). Como ações interligadas à segunda diretriz da PNSAN que envolve a promoção do abastecimento e estruturação de sistemas sustentáveis e descentralizados, de base agroecológica, de produção, extração, processamento e distribuição de alimentos destacam-se a criação e consolidação de uma política de aquisição de alimentos da agricultura familiar que se faz presente no Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) e no Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) (CAISAN, 2013).

O PNAE e o PAA criaram mecanismos de gestão e abriram precedentes do ponto de vista legal, que autorizam a compra direta de alimentos da agricultora familiar, sem necessidade de licitação, democratizando e descentralizando as compras públicas e criando mercados principalmente para os pequenos agricultores (CAISAN, 2011).

No PNAE com a aprovação da Lei nº 11.947/2009, 30 % dos recursos financeiros repassados pelo Governo Federal para a alimentação escolar passam a ser destinados à aquisição de alimentos diretamente da agricultura familiar, representando um novo mercado para estes agricultores e contribuindo para a garantia da SAN (BRASIL, 2009; CAISAN, 2011).

No PAA os alimentos são adquiridos da agricultora familiar desde o ano 2003 e destina-se às pessoas em situação de insegurança alimentar e nutricional atendidas por iniciativas públicas de alimentação e nutrição e para a formação de estoques (CAISAN, 2011). Entre os anos de 2011 e 2012, houve a promulgação da Lei nº 12.512/2011, regulamentada pelo Decreto nº 7.775/2012, que desburocratizou o PAA e criou a modalidade “Compra Institucional” (BRASIL, 2012). Essa nova modalidade permitiu a qualquer órgão público adquirir alimentos da agricultura familiar, com seus próprios recursos financeiros, dispensando a licitação e garantindo o atendimento de alimentos de forma regular (CAISAN, 2011; CAISAN, 2013).

Desde a década de 1960 com a expansão e modernização da agricultura no Brasil, que teve por característica investimento em crédito rural e política de pesquisa e extensão rural, que se discute a necessidade de maior apoio e investimento na agricultura. Porém, somente a partir de 2003, com alterações governamentais pode-se trazer a tona a necessidade de um olhar social para agricultura, em especial aos pequenos produtores (CAPELLESSO, CAZELLA, BÚRIGO, 2018). Dentre as ações buscou-se a formação de estoques para o atendimento a populações em insegurança

alimentar, o que permitiu segundo Schwantes e Bacha (2019) “assegurar o abastecimento e renda aos agricultores familiares”.

O apoio à agricultura familiar caracteriza-se como uma ação estratégica para o desenvolvimento do Brasil, já que possui alta capacidade de empregabilidade, onde sete em cada dez postos de trabalho no campo advém deste molde agrícola. Caracteriza-se como um instrumento de controle da inflação, porque produz grande quantidade de alimento para o mercado interno, o que justifica dentre outros motivos, a necessidade de trabalhos intersetoriais, a fim de fortalecer e ampliar as possibilidades de desenvolvimento da agricultura familiar e, conseqüentemente, estabelecer uma estratégia promotora de segurança alimentar e nutricional (DAMASCENO, KHAN, LIMA, 2011; BRASIL, 2017).

Assim, destaca-se o Plano Safra que tem por objetivo auxiliar no desenvolvimento da agricultura familiar com a proposição de ações que visam contribuir com o oferecimento de crédito agrícola, seguro de produção, assistência técnica, regularização fundiária, dentre outras (BRASIL, 2017). Esta organização se dá segundo os eixos de ação apresentado na figura 3. Ademais, sobre o programa salienta-se que:

[...] desde o início, concebido e executado como um programa de apoio ao desenvolvimento local, e não somente como meio de levar crédito aos agricultores e enviar recursos a municípios carentes: tão importante quanto o crédito, os recursos e a formação dos agricultores e dos técnicos, é a integração dessas políticas, que se consegue, antes de tudo, pelo esforço das organizações e do estímulo à coordenação entre os atores econômicos privados, organizações associativas e diferentes esferas do governo (PRONAF, 2002).



Figura 3. Eixos de atuação do Plano Safra da Agricultura Familiar - 2017 a 2020. Fonte: BRASIL, 2017. Pronaf = Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar; PGPAF = Programa de Garantia de Preços da Agricultura Familiar; SEAF = Seguro da Agricultura Familiar. Elaborada pelas autoras.

Dentre as perspectivas do Plano está o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), que desde o seu surgimento incorpora de forma efetiva nas políticas públicas, caracterizado como um marco na intervenção do Estado na agricultura (GRISA, WESZ JUNIOR, BUCHWEITZ, 2014). Schneider *et al* (2004), ressalta que o surgimento do Pronaf é uma legitimação do Estado à agricultura familiar, caracterizando-a como uma nova categoria social que anteriormente era denominada como, produtores familiares, pequenos produtores ou agricultura de baixa renda.

A partir do surgimento desta nova categoria social, em 2006, é que outras políticas e ações foram planejadas como o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA), o Seguro Rural, ampliação e modificações na estrutura da Assistência Técnica de Extensão Rural (ATER) e também reorganizações importantes do Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) (GAZOLLA, SCHNEIDER, 2013).

O Pronaf, em suas diferentes modalidades (Figura 4) é um instrumento que possibilita a agricultura familiar a incorporação de valor financeiro e humano ao seu molde produtivo, sendo disponibilizado no Plano Safra de 2017 à 2019 garantia de crédito de 0,5 %, 2,5 % e 5,5 % de juros ao ano e no período de julho de 2019 à 2020 3 % a 10,5 % ao ano (BRASIL, 2017).

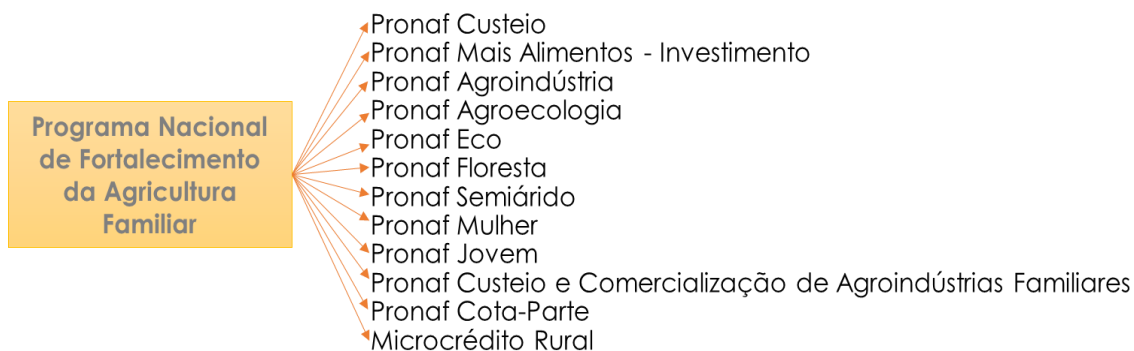


Figura 4. Modalidades do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf). Fonte: BRASIL, 2017. Elaborada pelas autoras.

Com auxílio deste programa pôde-se entender como se dá a sua incorporação com outras temáticas como, Garantia de Safra, Seguro da Agricultura Familiar (SEAF) e o Programa de Garantia de Preço da Agricultura Familiar (PGPAF), que traz a compreensão de que a atividade agrícola tem riscos que vão desde as dificuldades na produtividade, oscilação de preços a perdas efetivas. A proposição de políticas específicas permite uma redução na instabilidade dada pela agricultura, assegurando uma renda mínima para o agricultor, sendo um potencial promotor de segurança alimentar e nutricional (SCHWANTES, BACHA, 2019).

Além destas ações de promoção da agricultura familiar, tem-se o Programa Nacional de Crédito Fundiário (PNCF) que busca oferecer possibilidade de compra de imóveis rurais e assistência técnica aos trabalhadores com pouca terra ou mesmo sem terra. Como eixo do Plano Safra tem-se ainda, a proposta de Regularização Fundiária que abarca o Programa Terra Legal e o Programa de Cadastro de Terras que buscam a regularização de terras, promovendo segurança jurídica ao agricultor familiar e assim permite que eles acessem políticas públicas (MAIA, SANT'ANA, SILVA, 2018).

Além do processo de legalização fundiária, têm-se como eixo as discussões em torno do combate à pobreza e de apoio ao desenvolvimento rural sustentável no Semiárido, que consta de ações de inovação tecnológica, incentivo a comercialização, programas de fomento para a construção de redes de abastecimento de água (BRASIL, 2017).

O Decreto nº 9.064, de 31 de maio de 2017, dispõe sobre a Unidade Familiar de Produção Agrária com a criação do Cadastro Nacional de Agricultura Familiar regulamentando a Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006 que estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos

Famíliaes Rurais. Isso permite também que ocorra maior acesso aos agricultores às políticas públicas de crédito e desenvolvimento de renda.

Este acesso pode ser avaliado no processo de incentivo à modernização produtiva e comercialização, agregando valor ao produto comercializado. Há a promoção de acesso a mercados por meio dos circuitos curtos de comercialização com o incentivo às feiras e mercados institucionais como, por exemplo, o PNAE e PAA. Como forma de promover a segurança alimentar e nutricional o eixo do Plano Safra que trabalha com estratégias de promoção a produção em centros urbanos pode ser uma prática que contribui de forma direta na melhoria ambiental e de saúde da população.

A articulação dos eixos do Plano Safra perpassa também pelo sistema de produção sem agrotóxico, onde destaca-se a produção orgânica e agroecológica com taxas de juros diferenciadas para este tipo de modelo agrícola, incentivando e divulgando ações vinculadas a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (PNAPO) e o Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (PLANAPO).

A PNAPO tem por objetivo:

[...] integrar, articular e adequar políticas, programas e ações indutores da transição agroecológica, da produção orgânica e de base agroecológica, como contribuição para o desenvolvimento sustentável e a qualidade de vida da população, por meio do uso sustentável dos recursos naturais e da oferta e consumo de alimentos saudáveis (BRASIL, 2013).

A institucionalização da PNAPO foi um processo de efetivação e organização em torno da temática da agroecologia e produção orgânica, onde as discussões da diminuição do uso de agrotóxico e transição agroecológica são processos que devem ser incentivados na busca por uma alimentação saudável, assim como conservação dos recursos naturais. O respeito à Soberania Alimentar e ao Direito Humano à Alimentação Adequada também entram na discussão (BRASIL, 2013).

A consolidação do conhecimento científico com práticas de saberes tradicionais na agricultura tem aumentado as possibilidades de discussões em torno da temática da produção agroecológica e orgânica, com iniciativas que visam fortalecer estas práticas e ampliação de espaço nas políticas públicas para sua articulação (AZEVEDO, PELICIONI, 2011; BRASIL, 2013).

O desenvolvimento das políticas públicas apresentadas são instrumentos de pesquisa para o aprofundamento científico da temática de SAN, principalmente com foco na Agricultura Familiar. Observa-se na linha de pesquisa Sistemas Agroalimentares de Agricultores Familiares do Programa de Pós-graduação em Agroecologia da Universidade Federal de Viçosa diversos estudos que apontam para o desenvolvimento da temática (DUTRA, 2013; ALVAREZ, 2014; BATISTA, 2015; MEDEIROS, 2015; ASSIS, 2016; LOPES, 2017; MIGUEL, 2018; TRIVELLATO, 2018; FERNANDINO, 2019; SILVA, 2019).

Prado e Proença (2010) apresentam o desenvolvimento da Segurança Alimentar e Nutricional enquanto área de conhecimento e campo de pesquisa e reiteram a necessidade de articulação do campo científico com o desenvolvimento de políticas públicas. Além disso, faz-se necessário a integração dos componentes alimentar e nutricional, buscando além de um alimento seguro o Direito Humano à Alimentação Adequada.

Considerações finais

Observa-se o desenvolvimento de políticas públicas de Segurança Alimentar e Nutricional no Brasil, principalmente nos últimos anos, onde o desenvolvimento da Agricultura Familiar de base agroecológica tem se destacado.

Ressalta-se ainda, o papel da pesquisa científica na construção e desenvolvimento dos direitos sociais, principalmente àqueles vinculados à produção, comercialização e acesso a alimentação da população rural brasileira.

Referências

ALVAREZ, C. R. S. **Caracterização do Sistema de Produção Agroecológica Integrada e Sustentável (PAIS) no território do Caparaó, ES, entre os anos de 2006 e 2012**. Orientadora: Luciana Ferreira da Rocha Sant'Ana. 2014. 101 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014.

ASSIS, S. C. R. **Implementação do Programa de Aquisição de Alimentos, modalidade compra institucional, na Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais e situação de (IN)Segurança Alimentar e Nutricional dos agricultores beneficiários fornecedores**. Orientadora: Silvia Eloiza Priore. 2016. 319 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2016.

ABRANDH - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PELA NUTRIÇÃO E DIREITOS HUMANOS. **Direito humano à alimentação adequada no contexto da segurança alimentar e nutricional**. Brasília, DF: ABRANDH, p. 204, 2010.

ABRANDH - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PELA NUTRIÇÃO E DIREITOS HUMANOS. **Direito humano à alimentação adequada e o sistema nacional de segurança alimentar e nutricional**. Brasília, DF: ABRANDH, p. 261, 2013.

AZEVEDO, E.; PELICIONI, M. C. F. Promoção da Saúde, Sustentabilidade e Agroecologia: uma discussão intersetorial. **Saúde e Sociedade**, v. 20, n. 3, p. 715–729, 2011.

BATISTA, L. M. G. **Condições de saúde e Nutrição de Agricultores Familiares e suas percepções sobre a participação no Programa de Aquisição de Alimentos, no município de Ubá, Minas Gerais**. Orientadora: Sônia Rocha Machado Ribeiro. 2015. 175 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Política Nacional de Alimentação e Nutrição**. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica, DF: Ministério da Saúde, p. 84, 2012.

BRASIL. Decreto nº 7.775, de 04 de julho de 2012. Regulamenta o art. 19 da Lei nº 10.696, de 2 de julho de 2003, que institui o Programa de Aquisição de Alimentos, e o Capítulo III da Lei nº 12.512, de 14 de outubro de 2011, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, jul. 2012.

BRASIL. Decreto nº 7.272, de 25 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional – PNSAN estabelece os parâmetros para elaboração do Plano Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, ago. 2010b.

BRASIL. Emenda Constitucional nº 64, de 04 de fevereiro de 2010. Altera o art. 6º da Constituição Federal para introduzir a alimentação como direito social. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, fev. 2010a.

BRASIL. Lei nº 11.947, de 16 de junho de 2009. Dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar e do Programa Dinheiro Direto na Escola aos alunos da educação básica; altera as Leis nos 10.880, de 9 de junho de 2004, 11.273, de 6 de fevereiro de 2006, 11.507, de 20 de julho de 2007; revoga dispositivos da Medida Provisória no 2.178-36, de 24 de agosto de 2001, e a Lei no 8.913, de 12 de julho de 1994; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, jun. 2009.

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, set. 2006.

BRASIL. Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002. Regulamenta a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989 que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, jan. 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Agricultura Familiar e Cooperativismo. **Brasil: 70 % dos alimentos que vão à mesa dos brasileiros são da agricultura familiar**. Disponível em: <http://www.mda.gov.br/sitemda/noticias/brasil-70-dos-alimentos-que-v%C3%A3o-%C3%A0-mesa-dos-brasileiros-s%C3%A3o-da-agricultura-familiar>. Acesso em: 14 jul. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria Especial de Agricultura Familiar e do Desenvolvimento Agrário (SEAD). **Plano Safra da Agricultura Familiar 2017-2020: Fortalecer o campo para desenvolver o Brasil**. Brasília, DF, 2017.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. **Câmara Interministerial de Agroecologia e Produção Orgânica**. Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica - PLANAPO. -Brasília, DF, 2013.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. **Manual operacional do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar: PRONAF**. Brasília, DF, 2002.

CAISAN - CÂMARA INTERMINISTERIAL DE SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL. **Balanco das Ações do Plano Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional – PLANASAN 2012-2015**. Brasília, DF: MDS, Secretaria-Executiva da CAISAN, p. 120, 2013.

CAISAN - CÂMARA INTERMINISTERIAL DE SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL. **Plano Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional – PLANASAN 2012-2015**. Brasília, DF: CAISAN, p. 132, 2011.

CAPELLESSO, A. J.; CAZELLA, A. A.; BÚRIGO, F. L. Evolução do Pronaf Crédito no Período 1996-2013: redimensionando o acesso pelos cadastros de pessoa física. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 56, n. 3, p. 437–450, 2018.

CARNEIRO, F. F. *et al.* **Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. Rio de Janeiro: Búrigo, 2015.

CONSEA - CONSELHO NACIONAL DE SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL. **II Conferência Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional: textos para discussão**. Olinda, 2004.

DAMASCENO, N. P.; KHAN, A. S.; LIMA, P. V. P. S. O impacto do Pronaf sobre a sustentabilidade da agricultura familiar, geração de emprego e renda no Estado do Ceará. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 49, n. 1, p. 129–156, 2011.

- DUTRA, L. V. **Insegurança alimentar e nutricional e produção para o autoconsumo na zona rural de São Miguel do Anta, Minas Gerais**. Orientadora: Sílvia Eloiza Priore. 2013. 132 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.
- FERNANDINO, S. S. G. (In) **visibilidade dos agrotóxicos na saúde integral de mulheres rurais**. Orientadora: Sílvia Eloiza Priore. 2019. 149. Dissertação (Mestrado em Agroecologia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2019.
- FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Agricultural Outlook 2019-2028**. Special Focus: Latin America. Roma: FAO, 2019.
- GAZOLLA, M.; SCHNEIDER, S. Qual: uma análise do Pronaf crédito de custeio e investimento no Rio Grande do Sul. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 51, n. 1, p. 45–68, 2013.
- GRISA, C.; WESZ JUNIOR, V. J.; BUCHWEITZ, V. D. Revisitando o Pronaf: velhos questionamentos, novas interpretações. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 52, n. 2, p. 323–346, 2014.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2006**: Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação. Rio de Janeiro: IBGE, 2009.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Síntese de Indicadores Sociais**: Uma Análise das Condições de Vida da População Brasileira – 2016. Rio de Janeiro: IBGE, 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.
- LOPES, S. O. **Impacto de ações de nutrição e saúde no incentivo à produção para o autoconsumo na situação de (IN) Segurança Alimentar e Nutricional em agricultores familiares no município de Viçosa – MG**. Orientadora: Sílvia Eloiza Priore. 2017. 272. (Mestrado em Agroecologia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2017.
- MAIA, A. H.; SANT’ANA, A. L.; SILVA, F. C. Políticas Públicas de Acesso à Terra: uma análise do Programa Nacional de Crédito Fundiário, em Nova Xavantina (MT). **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 56, n. 2, p. 311–328, 2018.
- 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: Sílvia Eloiza Priore. 2015. 147 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015.
- MIGUEL, E. S. **Uso de agrotóxicos na produção de alimentos e condições de saúde e nutrição de agricultores familiares**. 2018. 161 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2018.

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 & Saúde Coletiva**, v. 7, n. 2, p. 299–311, 2002.

PRADO, S. D. *et al.* A pesquisa sobre segurança alimentar e nutricional no Brasil de 2000 a 2005: tendências e desafios. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 15, p. 7–18, 2010.

PRIORE, S. E. *et al.* **Nutrição Social**. In: PRIORE, S. E. *et al.* Segurança Alimentar e Nutricional. Viçosa: Editora UFV, 2014. Cap. 4, p. 85–136.

PROENÇA, R. P. C. Da pesquisa sobre segurança alimentar e nutricional no Brasil ao desafio de criação de comitês de alimentação e nutrição. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 15, n. 1, p. 19–30, 2010.

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.

SCHNEIDER S.; CAZELLA, A. A.; MATTEI, L. **Histórico, caracterização e dinâmica recente do Pronaf - Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar**. In: SCHNEIDER, S. *et al.* (Orgs.). Políticas públicas e participação social no Brasil rural. Porto Alegre-RS, Editora da UFRGS, 2004, p.21–49.

SCHNEIDER, S.; CASSOL, A. **A agricultura familiar no Brasil**. Serie Documentos de Trabajo, n° 145. Grupo de Trabajo: Desarrollo con Cohesión Territorial. Santiago-Chile: Rimisp, 2013.

SCHWANTES, F.; BACHA, C. J. C. Análise da formulação da política de garantia de preços mínimos no Brasil pela ótica da economia política. **Nova Economia**, v. 29, n. 1, p. 161–192, 2019.

SILVA, R. N. **Feira de Agricultura Familiar e Economia Solidária: implementação, desenvolvimento e situação de (in) segurança alimentar e nutricional das famílias expositoras**. Orientadora: Sílvia Eloiza Priore. 2019. 177 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2019.

SOUZA, A. *et al.* Avaliação do impacto da exposição a agrotóxicos sobre a saúde de população rural. Vale do Taquari (RS, Brasil). **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 16, n. 8, p. 3519–3528, 2011.

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.

Capítulo 20

Produção para autoconsumo como promotora de segurança alimentar e nutricional

Sílvia Oliveira Lopes, Elizangela da Silva Miguel, Dayane de Castro Morais,
Sílvia Eloiza Priore

Contextualização

As discussões acerca da segurança alimentar teve início após o fim da Primeira Guerra Mundial, na qual o alimento foi considerado “ação estratégica” de guerra. Plantações foram devastadas a fim de enfraquecer os oponentes. Acreditava-se neste período, que o aumento da produtividade seria a melhor forma de combate à fome. Porém, mesmo havendo as modificações nos padrões produtivos, com inserção de processos de mecanização na agricultura, ainda se mantinham o número de famintos no mundo. Indagações como acesso, ocasionado pela escassez de renda e desigualdades sociais, entraram nas discussões acerca da segurança alimentar. Assim, questões como soberania alimentar vieram à tona e fez-se importante pauta de discussões nos movimentos de combate à fome e miséria no mundo (BATISTA, 2003).

O tema da fome foi abordado no livro “Geografia da Fome” de Josué de Castro, sendo discutido não como um fenômeno natural, mas como resultado de um processo excludente. Os moldes econômicos vigentes no período concebiam o combate a fome com uma lógica meramente econômica, e não compreendiam que este processo/fome estava ligado a necessidade de organizar também questões de saúde pública (PEREIRA, 2019).

Além das modificações políticas e sociais vividas nos anos de 1960/1970/1980, o processo de capitalização do trabalho rural, dado pela “mecanização da agricultura” ressaltado durante a “Revolução Verde” e conseqüentemente aceleração da urbanização, também contribuíram para modificações na alimentação, dada em especial pelo processo de industrialização. Este processo contribuiu para o surgimento de alimentos processados, além da desvalorização de moldes produtivos familiares. Criou-se então, cadeias de comercialização centradas em um pequeno grupo gestor, deixando as famílias mais

susceptíveis a ações do mercado (AGRA, SANTOS, 2001; GRISA, GAZOLLA, SCHNEIDER, 2010; PEREIRA, 2019).

Em 1988, com a promulgação da Constituição Federal e ações internacionais de incentivo a agricultura o governo direcionou recursos como crédito agrícola. Mesmo com a inserção de maior recurso financeiro para agricultura o molde representado pela agricultura familiar ainda não se beneficiaria, como os grandes latifundiários (SARAIVA *et al*, 2013; PEREIRA, 2019).

A intensificação das discussões sobre a temática de segurança alimentar fez com que as políticas propostas, a partir dos anos de 1986, abarcassem a criação de sistemas de produção de alimentos e movimentos como o criado em 1992, por Herbert de Souza, “Ação da Cidadania contra a Fome, a Miséria e pela Vida” ganhassem destaque no cenário nacional (BURLANDY, 2007). Em 1999, teve-se a aprovação da Política Nacional de Alimentação e Nutrição (PNAN), que objetiva a garantia da qualidade dos alimentos oferecidos, assim como promover ações de incentivo a alimentação saudável (BURLANDY, MAGALHÃES, 2004).

A partir dos anos de 2003, as ações de segurança alimentar e nutricional (SAN) ganharam um novo contexto nas propostas de governo, tornando-se prioritárias, através da “Estratégia Fome Zero”. Emergiu um novo contexto para as ações de nutrição no Brasil, a dualidade ocasionada pela presença da desnutrição e o excesso de peso, cada vez mais crescente na população, deveria ser considerada nos processos de saúde-doença (BOOG, 2013).

Em 2006, a aprovação da Lei Orgânica nº 11.348 de Segurança Alimentar e Nutricional ¹(LOSAN) consagra a importância da SAN, bem como o Direito Humano a Alimentação ²e a Soberania Alimentar ³e fortalece as discussões na temática alimentação

¹ “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 da saúde que respeitem a diversidade cultural e que sejam ambiental, cultural, econômica e socialmente sustentáveis” (BRASIL, 2006).

² “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 façam necessárias para promover e garantir a segurança alimentar e nutricional da população” (BRASIL, 2006).

³ “Cada país tem o direito de definir suas próprias políticas e estratégias sustentáveis de produção, distribuição e consumo de alimentos que garantam o direito à alimentação para toda população (soberania alimentar), respeitando as múltiplas características culturais dos povos” (BRASIL, 2006)

e nutrição. A LOSAN aborda no Artigo 4º a necessidade de comprometimento das ações de SAN com questões que abordam a produção e consumo de alimentos de qualidade e os aspectos envolvidos neste processo, como apresentadas na Figura 1 (BRASIL, 2006).

Como foco das ações, a partir dos anos 2000, têm-se ampliação das condições de acesso aos alimentos, em especial o incentivo a agricultura familiar como forma de promover a SAN.

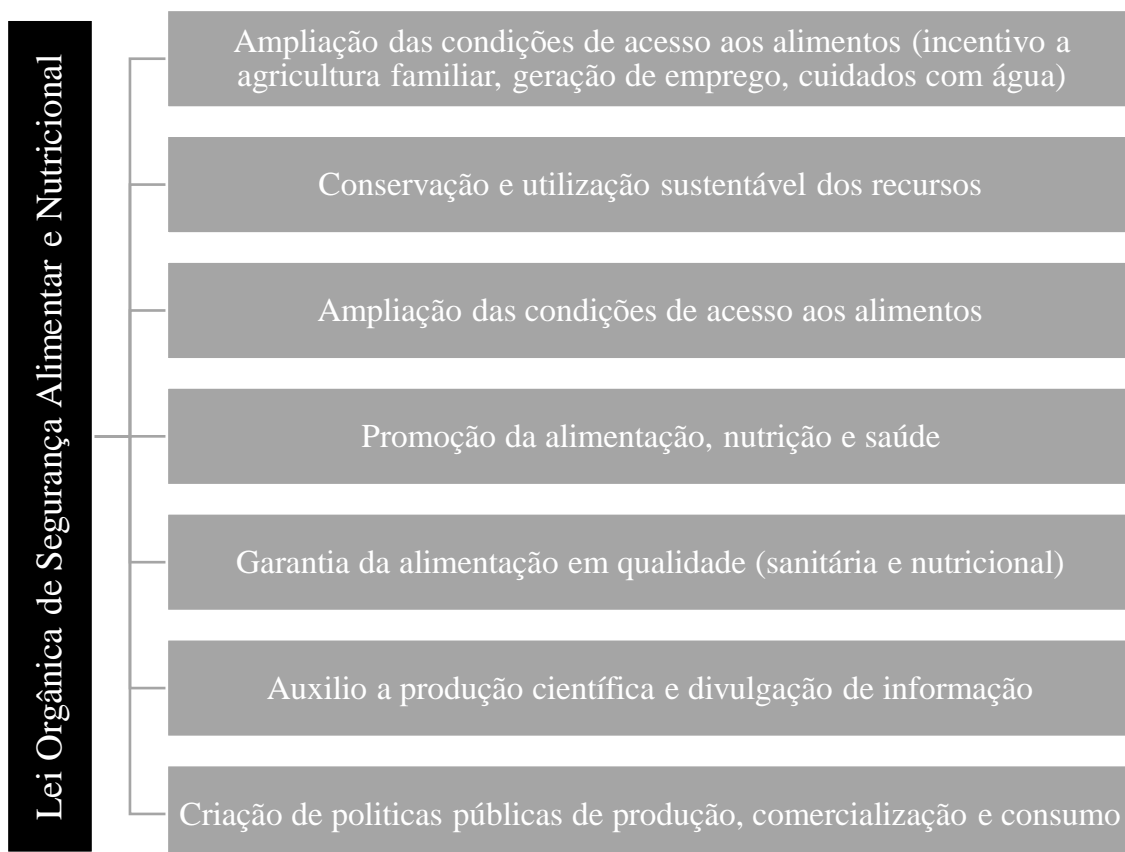


Figura 1. Foco das ações de segurança alimentar e nutricional, segundo a Lei Orgânica nº 11.348. Fonte: BRASIL, 2006. Figura elaborada pelas autoras.

Neste contexto de ampliação de acesso aos alimentos pela agricultura familiar, se insere a produção para autoconsumo definida pelo Censo Agropecuário de 2006, como:

toda a produção realizada pela família e destinada ao seu próprio consumo, incluindo os produtos de origem animal, os produtos oriundos das lavouras permanentes e temporárias, da silvicultura, da floricultura, da extração vegetal e da agroindústria doméstica. Trata-se, nestes termos, de uma produção que é destinada ao ciclo interno da unidade de produção, que acaba se autoaproveitando com produtos para a própria alimentação e outros usos do estabelecimento (BRASIL, 2013).

A produção para autoconsumo é uma prática agrícola onde não se obtém valor monetário direto, ou seja, não está sujeita a ações de mercado. Este molde agrícola/ produtivo se insere em um contexto social e cultural, estando predominantemente presente na agricultura familiar. Oferece autonomia, já que possibilita uma diminuição da dependência da família produtora a variações de mercado, além de, contribuir com diversificação produtiva e fonte complementar de alimentos, e conseqüentemente promove a SAN (GAZOLLA, 2004). Em estudo de Lopes (2017), quando convertida a produção para autoconsumo em valor monetário a mesma tinha uma contribuição na renda total com mediana de 20,5 % (mínimo de 0,6 % e máximo de 56,6 %).

Na perspectiva de ampliação do acesso ao alimento e redução dos índices de insegurança alimentar e nutricional no país, foram lançados Planos de Segurança Alimentar e Nutricional, sendo o mais atual com ações previstas para o período de 2016 a 2019 (Figura 2). Este plano engloba ações de acesso ao alimento de qualidade, produzido por formas mais sustentáveis, com fortalecimento da SAN e soberania alimentar (BRASIL, 2017).

Ações de educação alimentar e nutricional podem contribuir com a difusão da produção para autoconsumo como promotora de SAN, visto que esta é caracterizada como a união entre o conhecimento e experiência do educando e do educador, estimulando a autonômica, que permite retirar com auxílio neste molde agrícola a promoção da soberania alimentar. Além de, garantir uma alimentação saudável, não somente no contexto fisiológico, valoriza a cultura e o processo de socialização do produzir/comer (LIMA, 2004; LOPES, 2017).

Produção para autoconsumo e promoção da segurança alimentar e nutricional

A dificuldade de acesso à terra, predomínio de monoculturas e diminuição da produção para autoconsumo tem sido fatores importantes de insegurança alimentar e nutricional⁴ no meio rural (GAZOLLA, 2004; LANG, ALMEIDA, TADDEI, 2011). Pesquisa de abrangência nacional aponta que 35,3 % dos domicílios brasileiros estão

⁴ “Situações de insegurança alimentar e nutricional podem ser detectadas a partir de diferentes tipos de problemas, tais como fome, obesidade, doenças associadas à má alimentação, consumo de alimentos de qualidade duvidosa ou prejudicial à saúde, estrutura de produção de alimentos predatória em relação ao ambiente e bens essenciais com preços abusivos e imposição de padrões alimentares que não respeitem a diversidade cultural” (BRASIL, 2006)

nesta situação (IBGE, 2014a). Já estudos pontuais, realizados na zona rural mineira encontraram prevalências variando de 38,7 % (LOPES, 2017) a 49,4 % (MORAIS *et al*, 2018) de famílias em situação de insegurança alimentar, segundo a Escala Brasileira de Insegurança Alimentar (EBIA).

II Plano de Segurança Alimentar e Nutricional (2016-2019)

Promover o acesso universal à alimentação adequada e saudável, com prioridade para as famílias e pessoas em situação de insegurança alimentar e nutricional.

Combater a Insegurança Alimentar e Nutricional e promover a inclusão produtiva rural em grupos populacionais específicos, com ênfase em Povos e Comunidades Tradicionais e outros grupos sociais vulneráveis no meio rural.

Promover a produção de alimentos saudáveis e sustentáveis, a estruturação da agricultura familiar e o fortalecimento de sistemas de produção de base agroecológica.

Promover o abastecimento e o acesso regular e permanente da população brasileira à alimentação adequada e saudável.

Promover o acesso universal à alimentação adequada e saudável, com prioridade para as famílias e pessoas em situação de insegurança alimentar e nutricional.

Controlar e Prevenir os Agravos decorrentes da má alimentação.

Ampliar a disponibilidade hídrica e o acesso à água para a população, em especial a população pobre no meio rural.

Promover e proteger a Alimentação Adequada e Saudável da População Brasileira, com estratégias de educação alimentar e nutricional e medidas regulatórias.

Apoio a iniciativas de promoção da soberania, segurança alimentar e nutricional, do direito humano à alimentação adequada e de sistemas alimentares democráticos, saudáveis e sustentáveis em âmbito internacional, por meio do diálogo e da cooperação internacional.

Promoção da produção para autoconsumo para alcance dos desafios

Figura 2. Desafios do II Plano de Segurança Alimentar e Nutricional (2016-2019) e interlocução com produção para autoconsumo. Fonte: BRASIL, 2017; OPAS, 2017. Figura adaptada de OPAS (2017).

Em estudo realizado por Morais *et al* (2018), na zona rural, foi encontrado prevalências cerca de 85 % das famílias com pelo menos um morador no domicílio com baixo peso, baixa estatura ou excesso de peso, o que permite discussões quanto a necessidade de criação de estratégias de promoção de alimentação saudável também no meio rural. Na Figura 3, pode-se observar, a produção para autoconsumo promotora de diversificação produtiva que reflete diretamente na qualidade da alimentação (LOPES, 2017).

A insegurança alimentar é multifatorial e reflete a associação com a fome e a pobreza. Para o desenvolvimento rural é necessário a redução destes índices buscando o investimento no campo, em especial apoio ao auxílio técnico para produção e comercialização. As dimensões de pobreza não se situam somente na avaliação da renda, mas também dentre outras as condições de saúde (ROCHA *et al*, 2014; FRITZ, WAQUIL, FRITZ FILHO, 2014).

A produção para autoconsumo é promotora de SAN porque contribui com acesso regular, diversificação e qualidade nutricional dos alimentos ofertados, além de oferta suficiente e permanente de alimentos, sendo mantenedora da cultura alimentar. Assim este molde produtivo e social também está diretamente relacionada à promoção da Soberania Alimentar e do Direito Humano a Alimentação Adequada e Saudável (MALUF, 2004; FAO, 2017; DUTRA *et al*, 2018).

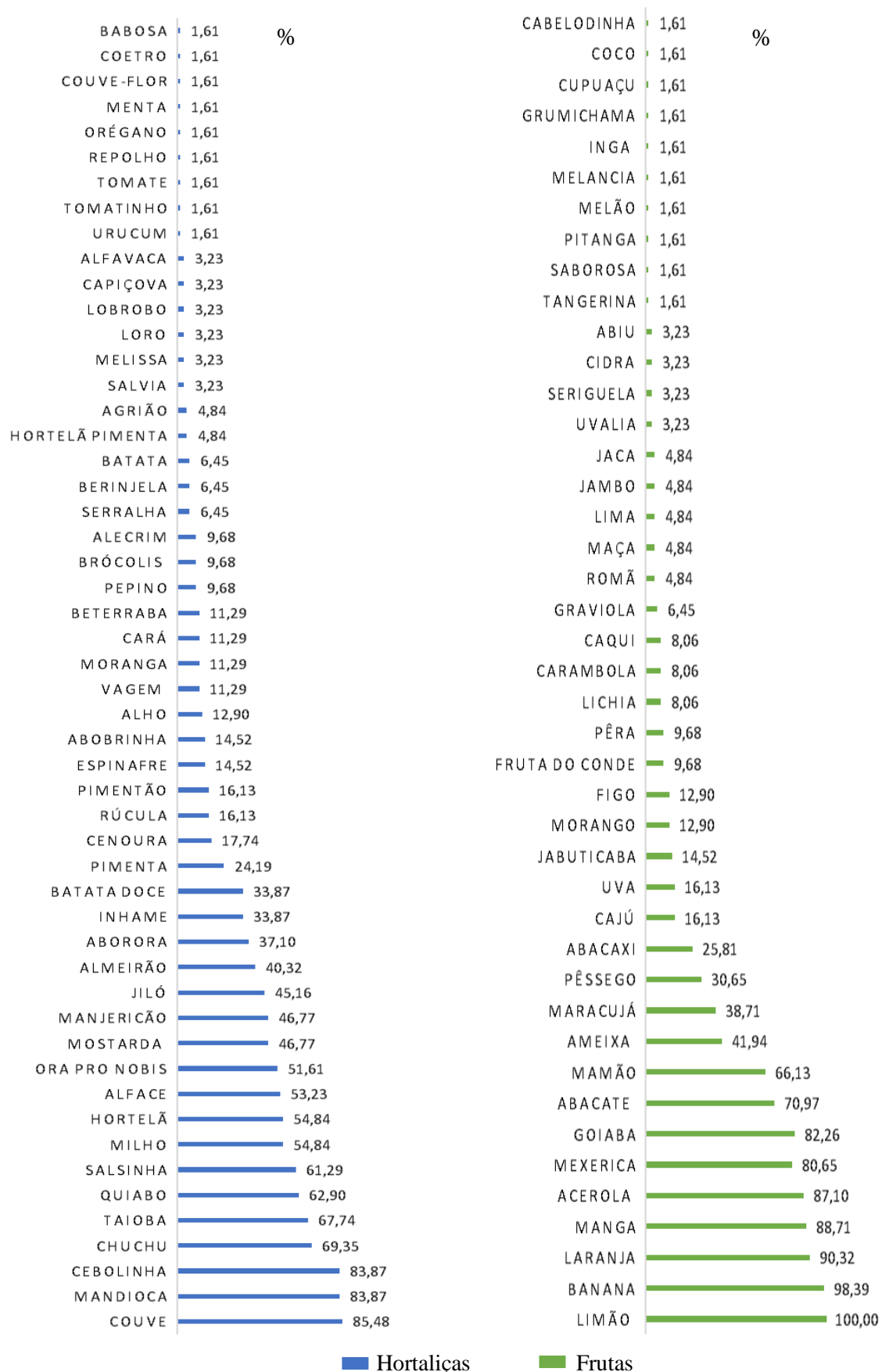


Figura 3. Alimentos produzidos para autoconsumo em propriedades rurais de Viçosa-MG, 2017.
Fonte: LOPES, 2017.

Plantas alimentícias não convencionais (PANC)

Este molde produtivo e cultural deve ser incentivado porque permite a população em especial a do campo a manutenção de sua diversificação alimentar, a exemplo temos, as PANC. Estimativas ressaltam que, ao longo da história o homem utilizou mil espécies de plantas para alimentação e atualmente este número está em aproximadamente trezentos, não sendo cultivados exclusivamente para fontes alimentares. Deste total 15 alimentos representam 90 % das fontes alimentares no mundo, sendo eles: arroz, trigo, milho, soja, sorgo, cevada, cana-de-açúcar, beterraba, feijão, amendoim, batata, batata-doce, mandioca, coco e banana (PATERNIANI 2001; FAO, 2019; TULER, PEIXOTO, SILVA, 2019).

No Brasil esta realidade, de diminuição da diversificação, também é ressaltada. A monotonia alimentar e a valorização de um número reduzido de espécies, tem feito com que, o incentivo à produção para autoconsumo destaque-se ainda mais nas estratégias de Soberania e SAN. A regionalização alimentar e o resgate de espécies nativas são potenciais que devem ser incentivados nestas ações (TULER, PEIXOTO, SILVA, 2019). Na Figura 3 pode-se observar a inserção de alimentos regionais e alguns caracterizados como PANC.

Outra variável importante na discussão das ações promotoras da produção para autoconsumo é a possibilidade de menor ou nenhuma utilização de agrotóxicos nestas culturas, podendo este espaço ser utilizado como um ambiente modificar de práticas agrícolas e incentivo a agroecologia (NASCIMENTO *et al*, 2019).

Sabe que o uso de agrotóxico pode acarretar contaminação ao ser humano de origem aguda e crônica. A presença destas substâncias já foi detectada no sangue humano, no leite materno e nos alimentos, podendo ocasionar problemas na formação fetal, câncer, doenças mentais e reprodutivas. A exposição no meio rural, principalmente de origem ocupacional dada pela falta do uso, ou mesmo, uso inadequado de equipamento de proteção individual é um risco aumentado para o surgimento de doenças relacionadas à esta prática (SIQUEIRA, KRUSE, 2008). No estudo de Lopes (2017), dentre os domicílios visitados 88,71 % (n=55) faziam uso de agrotóxico, resultado que chama atenção, já que, todos os domicílios são propriedades de pequeno porte.

Questões de gênero

Muitos podem ser os debates em torno das questões de gênero relacionado ao trabalho do campo. O patriarcado, considera que somente os homens são produtores rurais e a esfera feminina é responsável pelo ambiente doméstico-reprodutivo. Esta relação ocasiona o fortalecimento da divisão sexual do trabalho e as relações de poder estabelecidas homem-mulher. Segundo Jalil (2009), o trabalho feminino é invisível e desvalorizado. Os valores encontrados por Lopes (2017), demonstram que 42 % dos domicílios trabalhados, as mulheres são as responsáveis pela produção para autoconsumo, demonstrando a importância do trabalho feminino para a manutenção deste modelo agrícola e cultural.

Esta diferenciação dada pelas questões de gênero, são ressaltadas por meio de mecanismos simbólicos que sustentam desigualdades (SILVA, PORTLELLA, 2010), estruturando a percepção da vida social, de formas diferentes, limitando acesso a recursos materiais e simbólicos da sociedade (SILIPRANDI, 2013).

As mulheres constituem mais de 50 % da população do planeta, muitas delas responsáveis por “chefiar” seu domicílio. Isso fica mais evidente nas classes de menores rendas e grupos étnico-raciais específicos, como os negros (PACHECO, 2016).

A posição de inferioridade dada a figura feminina fica evidente no meio rural onde os homens são considerados os produtores rurais e o espaço feminino não é considerado dentre a esfera produtiva. Isso fortalece a divisão sexual do trabalho e as relações de poder estabelecidas, porque a unidade familiar “mistura-se” a unidade produtiva (JALIL, 2009).

Mesmo ocorrendo este processo de divisão social dada pela figura do feminino e masculino, as mulheres tem se destacado no contexto da produção porque novas alternativas de alimentação e transformação dos alimentos, visando o enriquecimento da dieta alimentar, geração de renda, com a diversificação dos sistemas alimentares e processos de transição da agricultura convencional para a agroecológica tem sido incorporadas. É importante considerar que as práticas de autoconsumo constituem-se em estratégia para a melhoria na qualidade da alimentação, redução das despesas com alimentos e aumento da autonomia da família frente ao mercado. As mulheres têm reivindicado seu fortalecimento através de propostas de programas de fomento e crédito (PACHECO, 2016).

Sistema alimentar como promotor de segurança alimentar e nutricional

O sistema alimentar atual, conhecido como agricultura convencional, prioriza as monoculturas, uso intenso de agrotóxicos e ampliação da produção de alimentos transgênicos e apresenta princípios opostos aos da soberania alimentar e SAN (PETRIN, 2013). Este modelo de agricultura convencional é mercadológico, com intensão prioritariamente financeira e de ampliação de divisas, e por este motivo é o que mais recebe incentivo fiscal e capital do governo. Esta forma de produção de alimentos é insustentável por esvaírem nutrientes da terra e contaminar afluentes, levando a necessidade cada vez maior de novas terras ainda não exploradas e conseqüentemente ao desmatamento desenfreado de matas nativas.

Já a agricultura familiar, pautada na produção diversificada de alimentos para a alimentação da família é pouco incentivada financeiramente pelos nossos governantes, embora seja responsável pela produção de mais de 70 % dos alimentos presentes na mesa da população brasileira.

A agricultura familiar caracteriza-se pela menor utilização de insumos químicos, cultivo de alimentos diversificados (de origem vegetal e animal), valorizando os hábitos locais e estreitando a distância entre produtor e consumidor.

Ações educativas para a promoção da produção para autoconsumo

A produção para autoconsumo deve ser estimulada de forma multidisciplinar, não apenas por setores envolvidos apenas nas etapas de produção e acesso de alimentos, mas também pelos responsáveis pelo consumo de alimentos saudáveis. Profissionais da saúde devem se reconhecer como um importante elo no incentivo à produção de alimentos para autoconsumo orientando sobre a importância de cultivo de alimentos em hortas e quintais, individuais e comunitários, independente da dimensão territorial destes espaços.

Ao considerar as diretrizes da PNAN, este incentivo à produção para autoconsumo pode ser contemplado nas diretrizes de “Promoção da Alimentação Adequada e Saudável”, “Pesquisa, Inovação e Conhecimento em Alimentação e Nutrição” e na “Cooperação e articulação para a SAN”. Vale ressaltar que a PNAN é uma política de saúde, devendo assim ser reconhecida pelos diferentes setores relacionados, uma vez que a saúde é multidimensional.

Considerações Finais

Diante da exploração ambiental causada pelo sistema convencional de produção de alimentos, a produção para autoconsumo tem sido apontada como um modelo de abastecimento de alimentos sustentável, para famílias e comunidades em geral. Além disso, este tipo de produção para autoconsumo reforça os princípios da SAN e soberania alimentar e deve ser incentivado, cultivado e disseminado.

Referências

AGRA, N. G.; SANTOS, R. F. Agricultura brasileira: situação atual e perspectivas de desenvolvimento. *In: Anais do XXXIX Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural*. Recife, PE, Brasil. 2001.

BATISTA FILHO, M.; RISSIN, A. A transição nutricional no Brasil: tendências regionais e temporais. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 19, n. 1, p. 181–191, 2003.

BATISTA, F. M. Da fome à segurança alimentar: retrospecto e visão prospectiva. **Caderno de Saúde Pública**, v. 19, n. 4, p. 873–873, 2003.

BOOG, M. C. F. **Educação em Nutrição: Integrando Experiências**, São Paulo: Komedi, p. 268, 2013.

BRASIL. **A produção para autoconsumo no Brasil uma análise a partir do Censo Agropecuário 2006**. Relatório de Pesquisa. Brasília, 2013.

BRASIL. Câmara Interministerial de Segurança Alimentar e Nutricional. Ministério do Desenvolvimento Social e Agrário. **Plano Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional: PLAN SAN 2016-2019**. Brasília, p. 82, 2017.

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. **Lei Orgânica de Segurança Alimentar e Nutricional**. 2006.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome. **Marco de Referência de Educação Alimentar e Nutricional para as Políticas Públicas**. Brasília, 2012.

BURLANDY, L. Transferência condicionada de renda e segurança alimentar e nutricional. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 12, n. 6, p. 1441–1451, 2007.

BURLANDY, L.; MAGALHÃES, R. Segurança, seguridade e direito: as diferentes faces da questão alimentar e nutricional. **Observatório da Cidadania**. Rio de Janeiro, p. 61–66. 2004. Disponível em: http://www.socialwatch.org/sites/default/files/pdf/en/panorbrasileirod2004_bra.pdf. Acesso em: 19 jul. 2019.

DUTRA *et al.* Contribution of the production for selfconsumption to food availability and food security in households of the rural area of a Brazilian city. **Ecology of Food and Nutrition**, v. 57, p. 282–300, 2018.

FAO - Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. Corporate document repository. 2019. **Crop prospects and food situation**. Disponível em <http://www.fao.org/giews/reports/crop-prospects/en/>. Acesso em 11 de dez. 2019.

FRITZ, K. B. B.; WAQUIL, P. D.; FRITZ FILHO, L. F. A Insegurança Alimentar no Rural do Rio Grande do Sul: análise da privação de uma capacitação básica. **Desenvolvimento em Questão**, v. 12, n. 26, p. 41–78, 2014.

GAZOLLA M. **Agricultura familiar, segurança alimentar e políticas públicas: uma análise a partir da produção para autoconsumo no território do Alto Uruguai/RS**. 2004. 306 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004

GRISA, C.; GAZOLLA, M.; SCHNEIDER, S. A "produção invisível" na Agricultura Familiar: Autoconsumo, segurança alimentar e Políticas Públicas de desenvolvimento rural. **Revista Agroalimentaria**, v. 16, n. 31, p. 65–79, 2010.

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.

MALUF, R. Mercados agroalimentares e a agricultura familiar no Brasil: agregação de valor, cadeias integradas e circuitos regionais. **Ensaio FEE**, Porto Alegre, v. 25, n. 1, p. 299–322, 2004.

MORAIS, D. C. *et al.* Indicadores socioeconômicos, nutricionais e de percepção de insegurança alimentar e nutricional em famílias rurais. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 25, n. 2, p. 1–11, 2018.

NASCIMENTO, S. G. S. *et al.* Produção agroecológica e Segurança Alimentar e Nutricional (Brasil). **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 1, p. 291–300, 2019.

OPAS - Organização Pan-Americana da Saúde. **Sistemas alimentares e nutrição: a experiência brasileira para enfrentar todas as formas de má nutrição**. Brasília, DF: OPAS; 2017

PATERNIANI, E. Agricultura sustentável nos trópicos. **Estudos Avançados**. v. 15, n. 43, p. 303–326, 2001.

PEREIRA, M. H. S. Direito Econômico, Política Alimentar e Restaurantes. *In*: CORRÊA, L. **Diálogos sobre o Direito Humano à Alimentação Adequada**. Juiz de Fora: Faculdade de Direito da Universidade Federal de Juiz de Fora. Cap. 10. p. 225–242, 2019.

ROCHA, E. M. B.; LIMA, R. T.; ALMEIDA, P. C. Insegurança alimentar relacionada à área de residência em município do Semiárido brasileiro. **Caderno de Saúde Coletiva**, v. 22, n. 2, p. 205–211, 2014.

SARAIVA, E. B. *et al.* Panorama da compra de alimentos da agricultura familiar para o Programa Nacional de Alimentação Escolar. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 8, n. 4, p. 927–935, 2013.

SILIPRANDI, E. C. A alimentação como um tema político das mulheres. In: **Segurança Alimentar e Nutricional**. Ed. Fiocruz, 2013.

SILVA, C; PORTELLA, A. P. Divisão sexual do trabalho em áreas rurais do nordeste brasileiro. In: SCOTT, P; CORDEIRO, R (Orgs.). **Agricultura familiar e gênero: práticas, movimentos e políticas públicas**. Recife: Ed. Universitária da UPE. 2010.

SIQUEIRA, S. L.; KRUSE, M. H. L. Agrotóxicos e saúde humana: contribuição dos profissionais do campo da saúde. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**. v. 42, n. 3, p. 584–590, 2008.

TULER, A. C.; PEIXOTO, A. L.; SILVA, N. C. B. Plantas alimentícias não convencionais (PANC) na comunidade rural de São José da Figueira, Durandé, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, v. 70, p. 1–12, 2019

Capítulo 21

Produção de alimentos com agrotóxicos e os riscos ligados à saúde pela via alimentar e ocupacional

Elizangela da Silva Miguel, Sílvia Oliveira Lopes, Sílvia Eloiza Priore

Introdução

No âmbito da produção de alimentos, o Brasil é considerado o maior exportador da América Latina e Caribe. O relatório da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) intitulado “*Perspectivas Agrícolas 2019-2028*”, coloca que somente no ano de 2017, as exportações geraram um lucro de 79,3 bilhões de dólares (FAO, 2019).

Por outro lado, o Brasil também é considerado campeão mundial no uso de agrotóxicos desde o ano de 2008. Apesar de termos 2 safras/ano, o aumento do uso de agrotóxicos ocorreu de forma desproporcional à área plantada como mostra a Figura 1.

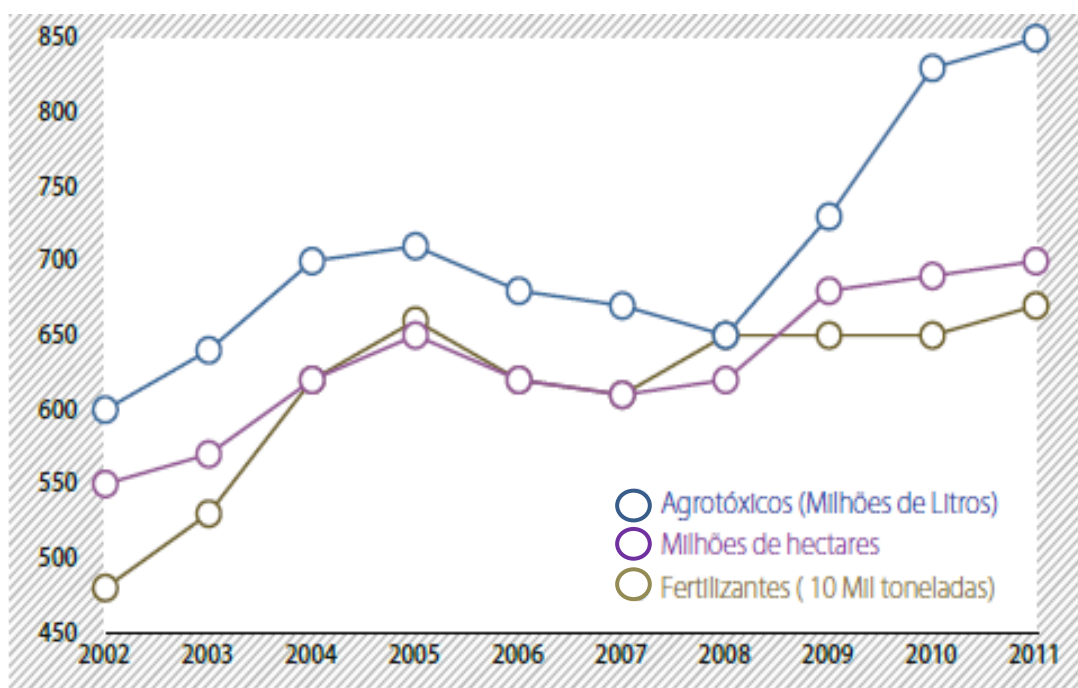


Figura 1. Produção agrícola e consumo de agrotóxicos e fertilizantes químicos nas lavouras do Brasil, de 2002 a 2011. Fonte: Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Agrícola - SINDAG (2009; 2011), Associação Nacional para Difusão de Adubos - ANDA (2011), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística/Sistema IBGE de Recuperação Automática - IBGE/SIDRA (2012) e Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA (2010).

Ressalta-se que, o maior responsável por este ranking é o agronegócio que responde por 80,0 % do mercado de agrotóxicos no país. Os agrotóxicos são pulverizados principalmente nas lavouras de soja, milho, cana de açúcar e algodão. Contudo, os impactos ligados a estes produtos químicos atinge também a agricultura familiar (CARNEIRO *et al*, 2015).

Expansão do uso de agrotóxicos no Brasil

A agricultura é uma prática existente há mais de 10 mil anos, mas as mudanças no sistema agrícola em decorrência da chamada Revolução Verde – “pacote de técnicas e processos que visavam a invenção e disseminação de práticas agrícolas em sistemas mecanizados, com vistas ao aumento da produção de alimentos” que foi a grande responsável pela disseminação do uso dos agrotóxicos. Estes produtos eram tidos como armas químicas, que após o fim da guerra precisavam ser escoados. Logo, a indústria viu na agricultura um negócio rentável para a sua comercialização (LONDRES, 2011).

A lei nº 7.802 de 11 de julho de 1989 que dispõe sobre a legalização do uso de agrotóxicos no Brasil e o decreto nº 4.074 de 4 de janeiro de 2002 que regulamenta a referida lei, em seu inciso IV do artigo 1º define agrotóxicos e afins como:

substâncias derivadas de processos físicos, químicos ou biológicos, utilizadas na produção, armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, proteção de florestas, nativas ou implantadas, e de outros ecossistemas e também de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las contra os danos provocados por seres vivos considerados nocivos; bem como qualquer substância e produto, empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores de crescimento. Define ainda como componentes, os princípios ativos, os produtos técnicos, suas matérias-primas, os ingredientes inertes e aditivos usados na fabricação de agrotóxicos e afins (BRASIL, 2002).

Além do melhoramento genético vegetal visando altas produtividades com a justificativa de superação da fome e aumento da disponibilidade de alimentos para a população mundial que vinha aumentando, a aplicação de adubos químicos e agrotóxicos em sistemas mecanizados era considerada a modernização da agricultura, e foi neste contexto que foram criadas pelo governo, políticas com o objetivo de expandir e garantir o mercado de produtos agropecuários primários em nível mundial (LONDRES, 2011).

Dentre estas políticas destacam-se a criação do Sistema Nacional de Crédito Rural (em 1965) que concedia crédito aos agricultores em função da obrigatoriedade de compra de insumos químicos; o Programa Nacional de Defensivos Agrícolas (em 1975) que destinou recursos financeiros para a instalação de empresas nacionais e multinacionais destes produtos utilizados na agricultura; além da facilidade de registros dos mesmos, sendo que muitos que já haviam sido proibidos em outros países, no Brasil vigorou até 1989; as isenções fiscais e tributárias concedidas na comercialização destes produtos, dentre outras vantagens proporcionadas pelo governo federal (LONDRES, 2011). Ressalta-se que em um período de 10 anos - 2002 a 2012, enquanto o mercado mundial de agrotóxicos cresceu 93 %, o brasileiro cresceu 190 % (CARNEIRO *et al*, 2015). Nesse sentido, é importante salientar que algumas medidas vantajosas ao mercado de agrotóxicos vigoram até hoje.

Uso de agrotóxicos e o risco de contaminação

O crescente uso de agrotóxicos tem sido acompanhado da preocupação em relação aos riscos desconhecidos para a saúde, uma vez que os mesmos atuam diretamente no organismo (CARNEIRO *et al*, 2015). Além dos impactos para a saúde humana, o uso destes produtos também tem culminado em impactos ambientais. Contudo, em relação aos impactos à saúde, o risco da contaminação se dá por três vias: ocupacional, alimentar e ambiental (Figura 2) (MOREIRA *et al*, 2002):

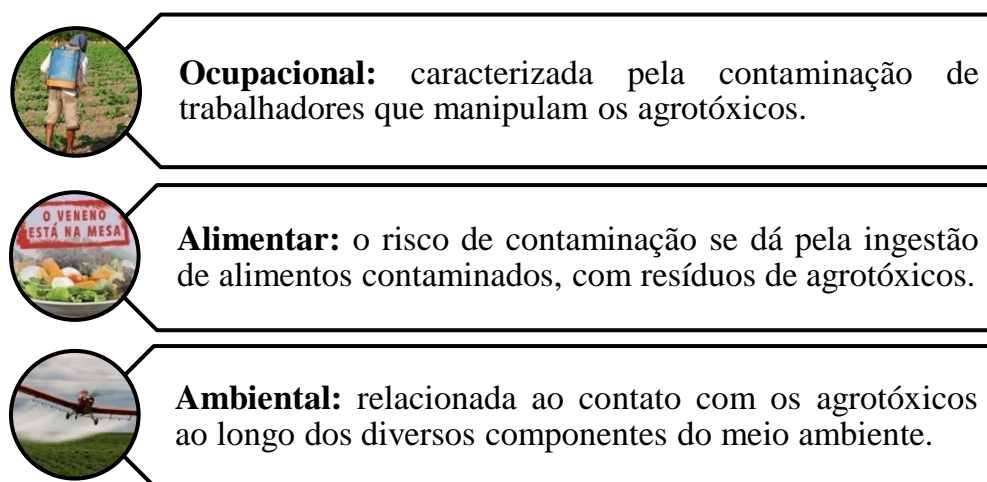


Figura 2. Vias de contaminação por agrotóxicos. Fonte das figuras: Google imagens/documentário - “O Veneno Está na Mesa” de Silvio Tendler. Elaborada pelas autoras.

A literatura aborda que a via ocupacional é considerada a de maior risco. Sendo assim, os agricultores familiares se enquadram no grupo mais exposto aos perigos dos agrotóxicos (LONDRES, 2011). A Lei nº 11.326 de 2006 define como agricultor familiar e empreendedor familiar:

os indivíduos que praticam atividades no meio rural; não detenham mais que quatro módulos fiscais; ou seja, pequeno proprietário; utilizem mão de obra familiar e tenha percentual mínimo da renda familiar originada de atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento, na forma definida pelo Poder Executivo (BRASIL, 2006a).

Em relação às atividades econômicas, salienta-se que a agricultura familiar tem como características a diversificação da produção, cultivos de produtos que são destinados prioritariamente para o mercado interno, além da produção para o autoconsumo (FONTOURA, 2012).

Considerando as atividades relacionadas à produção de alimentos pelos agricultores familiares, os riscos inerentes à exposição aos agrotóxicos estão relacionados à diluição e aplicação do produto, além da realização de manejos como a capina, roçada ou colheita, muitas vezes no período crítico de contaminação - período de ação do produto onde deve ser respeitado o número mínimo de dias para reentrada nas lavouras, visando reduzir o perigo destes produtos. Muitos agricultores familiares não respeitam este período de segurança, justificando a necessidade de outras atividades no local de pulverização, além de geralmente não usarem o Equipamento de Proteção Individual (EPI) que reduz os riscos à saúde dos manipuladores a estes produtos (LONDRES, 2011).

Pesquisas com a temática dos agrotóxicos e impactos na saúde

Dados divulgados em 2017 revelaram que a região sudeste é a segunda com maior número de intoxicações por agrotóxicos de uso agrícola e nesta região, o estado de Minas Gerais, onde se situa a Zona da Mata mineira é o estado que apresenta o maior número de intoxicações. O estudo chamou a atenção para o total de casos que evoluem para óbito e para o número de intoxicações entre os indivíduos de menor escolaridade (BOMBARDI, 2017).

Com o intuito de trabalhar este tema que vem gerando impactos ambientais e para a saúde, foi realizada uma pesquisa durante o Mestrado em Agroecologia na Universidade Federal de Viçosa, em um setor rural da Zona da Mata de Minas Gerais.

A pesquisa contou com a participação de 36 agricultores familiares que já tinham usado ou utilizavam agrotóxicos atualmente, tendo sido aplicado questionário para avaliar o tipo de agrotóxico utilizado, culturas de pulverização, uso de EPI, respeito ao período de segurança do produto, tempo de exposição, diagnóstico de doenças crônicas não transmissíveis, estado nutricional, alterações bioquímicas e consumo alimentar de alimentos produzidos com agrotóxicos. Além disso, buscou-se por informações socioeconômicas e demográficas. Os resultados do estudo são descritos a seguir (MIGUEL, 2018).

Os participantes da pesquisa eram a maioria do sexo masculino (88,8 %), com mediana de idade de 59,5 (mínimo=32; máximo=81). Os resultados revelaram uma mediana de escolaridade de 4 anos (mínimo=0; máximo=11); sendo o percentual de analfabetos igual a 11,2 % (n=4) e com ensino médio completo – 11 anos de estudo, igual a 5,6 % (n=2). A renda média *per capita* foi de R\$ 775,49.

Em relação ao uso de agrotóxicos 55,6 % (n=20) ainda utilizavam e quanto ao tempo de uso, a mediana foi de 12 anos, variando de 1 a 51 anos de exposição, ou seja, exercendo atividade relacionada ao uso de agrotóxicos. O Quadro 1 a seguir traz mais algumas informações a respeito da exposição destes agricultores.

Quadro 1. Informações a respeito do uso de agrotóxicos por agricultores familiares participantes de uma pesquisa realizada na zona rural da Zona da Mata. Minas Gerais, 2018.

Informações acerca da exposição aos agrotóxicos	%
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

A indústria alega que o uso correto dos agrotóxicos é seguro, ressaltando que a aplicação deve ocorrer de acordo com a diluição recomendada e finalidade do produto, além do uso correto do EPI. Porém, agricultores familiares relatam que têm dificuldade

de seguir as normas de segurança, além dos produtos em si já serem perigosos (LONDRES, 2011).

No que tange às informações contidas na bula do produto, estas abordam sobre o alvo biológico do produto, período de carência - tempo que deve transcorrer entre a aplicação do agrotóxico e a colheita, forma de uso do produto agrícola e o intervalo de reentrada de pessoas nas lavouras - período durante o qual não se deve entrar no local onde foi pulverizado o agrotóxico. Além disso, a bula apresenta ao final, efeitos agudos e crônicos verificados em animais em testes de laboratório (LONDRES, 2011). Salienta-se que a bula não tem nenhuma utilidade no caso de uso do agrotóxico por indivíduos que se quer sabem ler, além das informações serem descritas de forma técnica, dificultando a compreensão e serem difíceis de ler pelo tamanho da letra.

Ademais, a exposição ocupacional a diferentes tipos de agrotóxicos, somada à falta de orientação técnica, bem como o desrespeito às normas de segurança, pode culminar no surgimento de diferentes sintomas agudos, como relatado (CARNEIRO *et al*, 2015). Estudo realizado com trabalhadores agrícolas da cafeicultura na região do sul de Minas Gerais também verificou relato de sintomas agudos devido à exposição ocupacional e traz estes fatores como possíveis condicionantes (SOUZA *et al*, 2011).

Sobre o uso dos agrotóxicos, estes eram pulverizados principalmente nas culturas de café, milho, feijão, cana de açúcar e tomate, sendo utilizados muitos produtos considerados extremamente tóxicos. A pesquisa revelou que dentre os agricultores que faziam uso destes produtos atualmente, nota-se o predomínio do glifosato, mais comumente conhecido por *Roundup* ou mato-mato, utilizado por 85,0 % (n=17).

O glifosato é tido como o agrotóxico mais utilizado mundialmente, porém ressalta-se que o potencial carcinogênico do glifosato tem sido discutido por agências regulatórias como a Agência Internacional de Estudo em Câncer (IARC) que classifica o ingrediente como provável agente carcinogênico para humanos, enquanto que Instituto Brasileiro de Toxicologia defende que não existe comprovação da relação entre o câncer e o glifosato nos estudos científicos (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2015; FIOCRUZ, 2018).

Estudo de revisão publicado por pesquisadores dos Estados Unidos revelou que o glifosato aumenta em 41 % o risco da pessoa exposta vir a desenvolver o linfoma não-Hodgkin, um tipo de câncer que tem origem nas células do sistema linfático e que se espalha

de maneira desordenada pelo organismo, chamando atenção para o risco inerente ao glifosato (ZHANG *et al*, 2019).

Em relação à avaliação dos exames bioquímicos 50,0 % (n=18) dos agricultores familiares que já tinham usado ou ainda faziam uso de agrotóxicos apresentaram alterações bioquímicas com destaque para a alteração da atividade das enzimas colinesterase plasmática, eritrocitária e butirilcolinesterase que podem encontrar-se diminuídas quando há contaminação do organismo por agrotóxicos organofosforados (PERES *et al*, 2005). Além disso, verificou-se alteração da série vermelha e branca do sangue, sendo que 19,4 % (n=7) estavam anêmicos.

As doenças crônicas não transmissíveis foram relatadas por 88,8 % (n=32) dos agricultores familiares, sendo estas descritas no Quadro 2.

Quadro 2. Doenças relatadas por agricultores familiares participantes de uma pesquisa realizada em um setor rural da Zona da Mata. Minas Gerais, 2018.

DOENÇAS	N	%*
Hipertensão Arterial	16	50,0
Doença de Pele (Alergias, Vitiligo)	7	21,9
Anemia	7	21,9
Doença Pulmonar (Asma, Bronquite)	6	18,7
Dor de Cabeça Frequente	6	18,7
Câncer (Intestino, Mama, Próstata)	3	9,4
Doença Renal (Cálculo Renal, Glomerulonefrite)	3	9,4
Diabetes	3	9,4
Doença Cardiovascular (Taquicardia, Miocardite)	2	6,2
Hipercolesterolemia	2	6,2
Depressão	1	3,1
Hipertireoidismo	1	3,1
Doença Hepática (Hepatite A)	1	3,1
Doença Óssea (Artrose)	1	3,1

*Os percentuais não fecham em 100 %, pois alguns agricultores familiares relataram mais de uma doença.

Em relação ao estado nutricional, verificou-se que 44,4 % (n=16) dos agricultores da pesquisa apresentavam excesso de peso segundo avaliação pelo índice de massa corporal (IMC); 52,7 % (n=19) perímetro da cintura aumentado e 86,1 % (n=31) relação cintura estatura aumentada, configurando em risco cardiometabólico.

Pesquisas têm alertado que os agrotóxicos podem causar diminuição das defesas imunológicas, doenças da pele, anemia, cefaleia, insônia e alterações da pressão arterial, entre outros problemas. Ademais, têm apontado para a possibilidade de associação entre estas sintomatologias e exposição aos agrotóxicos, destacando-se principalmente o risco de câncer ligado à exposição ocupacional (LONDRES, 2011; RIGOTTO, VASCONCELOS, ROCHA, 2014; CARNEIRO *et al*, 2015).

Em nota conjunta publicada em 2013, a Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), o Instituto Nacional de Câncer (INCA) e a Associação Brasileira de Saúde Coletiva (ABRASCO) já alertavam para os riscos à saúde causados pelos agrotóxicos, como a possibilidade de alterações hormonais e reprodutivas, danos hepáticos e renais, distúrbios cognitivos e neuromotores e diferentes tipos de câncer, justificando que estes danos podem ser causados por níveis de dose de agrotóxicos muito baixos (FIOCRUZ, 2013).

O Quadro 3 traz alguns estudos sobre exposição ocupacional aos agrotóxicos e os impactos gerados.

Quadro 3. Exposição ocupacional aos agrotóxicos e impactos na saúde.

Exposição Ocupacional
Pulverização de agrotóxicos e relato de sintomas como coceira na pele, vermelhidão dos olhos, dores musculares, dor de cabeça e sensação de queimadura na pele (DEL PRADO-LU, 2015).
Exposição a diferentes pesticidas (pulverização) e associação com doenças crônicas não transmissíveis: doença renal (JAYASUMANA <i>et al</i> , 2015); doenças respiratórias e neurológicas (SOUZA <i>et al</i> , 2011).
Alteração da atividade da colinesterase plasmática e eritrocitária e da pseudocolinesterase (butirilcolinesterase) em agricultores expostos aos agrotóxicos (ELHALWAGY <i>et al</i> , 2010; NERILO <i>et al</i> , 2014).

Por fim, em relação à pesquisa de mestrado, 80,5 % (n=29) dos agricultores que trabalhavam com agrotóxicos afirmaram que o mesmo interfere na saúde e 36,1 % (n=13) relataram não consumir os alimentos que eles próprios produziam com uso de agrotóxicos.

Percebe-se que os mesmos têm consciência dos riscos da contaminação pelos agrotóxicos, sendo que cerca de 35,0 % relataram nem mesmo consumir o alimento produzido com agrotóxico, no entanto, eles parecem não ter a mesma consciência do

risco em relação à atividade de pulverização, muitas vezes realizada de forma insegura. Este fato pode ser observado no contexto de algumas falas, como a seguir:

“Não uso EPI porque é só de vez em quando e a máscara sufoca”. (fala 1)

“Não uso máscara, porque uso pouco, então não precisa”. (fala 7)

“O patrão comprava (EPI) e o encarregado sempre mandava a gente usar, mas esquentava demais, era ruim demais aí ninguém usava”. (fala 8)

“Eu não respeitava o período de segurança quando usava agrotóxicos”. (fala 29)

Tais aspectos mencionados podem levar a sintomas que se manifestam após a atividade de pulverização, como pode ser observado em algumas falas descritas a seguir, podendo ser indícios de uma contaminação, que pode levar ao surgimento tardio de doenças crônicas que podem causar sérios impactos à saúde.

“No dia da aplicação, chegava em casa sempre com dor de cabeça”. (fala 10)

“O dia que joga fico com a boca seca”. (fala 14)

“Sentia muita dor de cabeça no período em que aplicava agrotóxico”. (fala 24)

“O agrotóxico dá fadiga. Difícil respirar.” (fala 36)

Apesar da exposição ocupacional ser considerada a de maior risco, o consumo de alimentos produzidos com agrotóxicos tem sido motivo de crescente alerta em relação aos impactos à saúde, ainda mais com o uso crescente de agrotóxicos nas culturas, o qual tem culminado na presença de resíduos acima das concentrações autorizadas nos alimentos consumidos pela população (BRASIL, 2013).

Resíduos de agrotóxicos em alimentos

No Brasil, o monitoramento dos alimentos de origem vegetal com resíduos de agrotóxicos, o respeito ao limite máximo de resíduo (LMR) estabelecido para cada produto registrado, bem como a verificação do registro dos produtos utilizados e a aplicação nas culturas as quais estão autorizados é realizada principalmente pelo Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos - PARA, coordenado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). O PARA, foi criado em 2001 e em 2003, o projeto transformou-se em programa, através da Resolução da

Diretoria Colegiada – RDC nº 119 de 19 de maio de 2003, e passou a ser desenvolvido anualmente (AGENCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, 2018).

Em relação aos termos “resíduo” e “LMR” estes são definidos nos incisos XLIV e XXII, respectivamente, do artigo 1º do decreto nº 4.074 de 4 de janeiro de 2002, como:

- resíduo - substância ou mistura de substâncias remanescente ou existente em alimentos ou no meio ambiente decorrente do uso ou da presença de agrotóxicos e afins, inclusive, quaisquer derivados específicos, tais como produtos de conversão e de degradação, metabólitos, produtos de reação e impurezas, consideradas toxicológica e ambientalmente importantes (Brasil, 2002).
- LMR - quantidade máxima de resíduo de agrotóxico ou afim oficialmente aceita no alimento, em decorrência da aplicação adequada numa fase específica, desde sua produção até o consumo (Brasil, 2002).

No Brasil, os primeiros estudos publicados sobre a avaliação da presença de resíduos de agrotóxicos na dieta da população brasileira e os riscos inerentes à saúde foram realizados por Caldas e Souza, a partir de dados do PARA e da Pesquisa de Orçamento Familiar de 1995/1996. Os resultados mostraram que o consumo de alimentos contendo inseticidas organofosforados e alguns fungicidas ditiocarbamatos poderiam indicar risco para a saúde da população (CALDAS, SOUZA, 2000).

Porém, outros estudos realizados no Brasil e no mundo, com alimentos produzidos com agrotóxicos têm mostrado além da quantidade de resíduos acima do permitido, agrotóxicos de diferentes tipos, proibidos ou não permitidos para a cultura, caracterizando o risco de contaminação alimentar, como mostra o Quadro 4.

Quadro 4. Contaminação alimentar por resíduos de agrotóxicos presentes nos alimentos.

Contaminação Alimentar
Amostras de frutas e hortaliças analisadas com resíduos de agrotóxicos acima do LMR (JAHANMAR, ANSARI, FEIZI, 2016; WANWIMOLRUK <i>et al</i> , 2016).
Amostras contendo agrotóxicos proibidos e outras contendo resíduos de produtos não permitidos para a cultura (SLOWIK-BOROWIEC <i>et al</i> , 2015; AMARAL <i>et al</i> , 2017).
Diferentes tipos de pesticidas encontrados em uma mesma amostra (ISMAEL <i>et al</i> , WANWIMOLRUK <i>et al</i> , 2015).

Relatório publicado em 2016, com dados da pesquisa realizada pelo PARA, mostrou que dentre 12.051 amostras de alimentos monitoradas 19,7 % (n= 2.371) foram consideradas insatisfatórias por apresentarem agrotóxicos em concentrações acima do LMR, como mostra a Figura 3 (BRASIL, 2016).

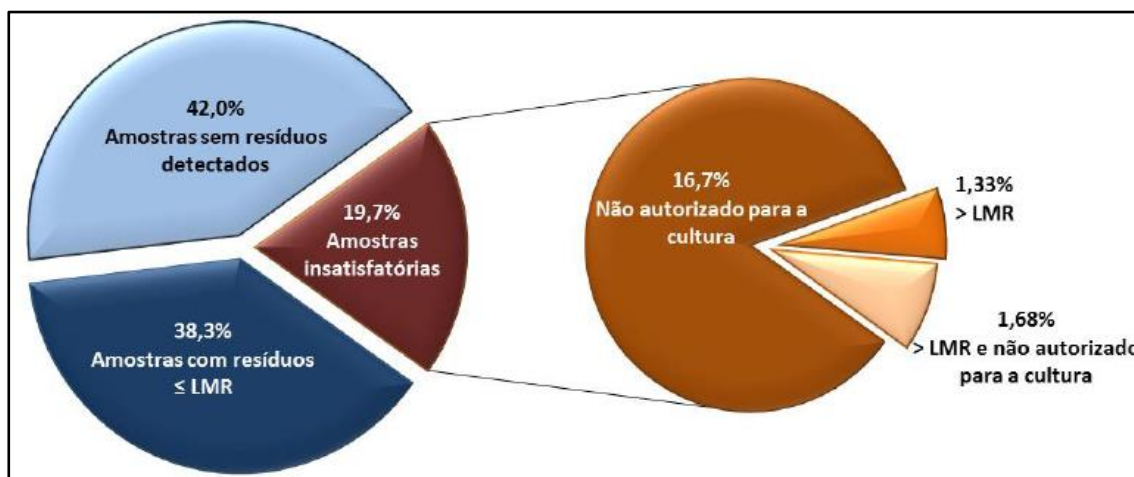


Figura 3. Distribuição das amostras analisadas segundo a presença ou a ausência de resíduos de agrotóxicos e o tipo de irregularidade (PARA 2016). Fonte: Relatório - Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos – PARA, 2016.

O relatório do PARA de 2016, é referente às amostras monitoradas no período de 2013 a 2015, tendo sido pesquisados 232 tipos de agrotóxicos e realizada a avaliação do risco de contaminação agudo. Foram avaliados os seguintes alimentos de origem vegetal, representativos da dieta da população brasileira: abacaxi, abobrinha, alface, arroz, banana, batata, beterraba, cebola, cenoura, couve, feijão, goiaba, laranja, maçã, mamão, mandioca (farinha), manga, milho (fubá), morango, pepino, pimentão, repolho, tomate, trigo (farinha) e uva (BRASIL, 2016).

Ressalta-se que no Brasil, agrotóxicos considerados cancerígenos e proibidos na união europeia ainda são comercializados (CARNEIRO *et al*, 2015). Além disso, a exposição dietética indevida aos agrotóxicos pode levar não somente ao risco de contaminação agudo, cujos sintomas surgem em poucas horas após a exposição, mas também crônico, onde os sintomas aparecem tardiamente, após meses ou anos da exposição pequena ou moderada a um ou vários produtos tóxicos (LONDRES, 2011), podendo os sintomas diferir conforme o grupo químico do agrotóxico, como mostra o Quadro 5.

Quadro 5. Efeitos agudos e crônicos da exposição aos agrotóxicos.

Classificação	Grupo Químico	Intoxicação Aguda	Intoxicação Crônica
Inseticidas	Organofosforados e carbamatos	Fraqueza Cólica abdominal Vômito Espasmos musculares Convulsão	Efeitos neurológicos retardados Alterações cromossomais 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
Fungicidas	Ditiocarbamatos	Tonteira Vômito Tremores musculares Dor de cabeça	Alergias respiratórias Dermatites Doença de Parkinson Cânceres
	Fentalamidas	-----	Teratogênese
	Dinitrofenóis e pentaclorofenol	Dificuldade respiratória Hipertermia Convulsão	Cânceres Cloroacnes
Herbicidas	Fenoxiacéticos	Perda de apetite Enjôo 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).

Além dos efeitos descritos no quadro anterior, ressalta-se que os agrotóxicos contrapõem o conceito de Segurança de Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) que 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 da saúde que respeitem a diversidade cultural e que sejam ambiental, cultural, econômica e socialmente sustentáveis (BRASIL, 2006b).

Ademais, há o “desrespeito” ao Direito Humano a Alimentação Adequada (DHAA), ou seja, garantia de um alimento isento de agrotóxicos, bem como da Soberania Alimentar, que corresponde ao poder de escolha dos alimentos e a forma de produção (BURITY *et al.*, 2010).

Considerando os impactos que podem ser causados pelos agrotóxicos, o INCA recomenda o uso do princípio da precaução e apoia a produção de base agroecológica, ressaltando que sempre que possível devemos consumir alimentos agroecológicos, uma vez que este modelo é pautado na capacidade produtiva diversificada, de forma sustentável, contribuindo para a saúde, além de priorizar a eficiência econômica, a justiça social e o fortalecimento da economia local que garante a soberania alimentar (INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER, 2015).

Considerações finais

O processo de modernização que culminou no uso indiscriminado de agrotóxicos visa principalmente a lucratividade, o que ocorre em detrimento da saúde e dos impactos ambientais. Observa-se que, a população de forma geral está exposta aos riscos inerentes a estes produtos químicos, seja mediante a exposição ocupacional - ambiente de trabalho, ou pelo consumo de alimentos produzidos com agrotóxicos.

Além disso, o Brasil é destaque no uso de agrotóxicos, permite o uso de produtos proibidos na união europeia e facilita o registro de novos produtos, contribuindo para o aumento do risco das intoxicações agudas e crônicas, impactando na qualidade de vida da população.

Diante do exposto, torna-se importante ações imediatas que visam a redução do uso de agrotóxicos, bem como a conscientização do risco dos mesmos. Todavia, estas ações irão contribuir para reduzir os impactos causados por estes produtos.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. **Perguntas e respostas sobre agrotóxicos em alimentos**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/duvidas-sobre-agrotoxicos-em-alimentos>. Acesso em: 13 jul. 2019.

AMARAL, L. O. *et al.* Panorama da utilização de agroquímicos em cultura de abacaxi no estado do Tocantins e possíveis problemas de contaminação. **Revista Desafios**, v. 3, p.70–79, 2017.

BOMBARDI, L. M. **Geografia do uso de agrotóxicos no Brasil e conexões com a União Europeia**. São Paulo: FFLCH - USP, 2017. 296 p.

BRASIL. Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002. Regulamenta a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989 que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, jan. 2002.

BRASIL. Casa Civil. Lei no. 11.326 de 24 de julho de 2006. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, jul. 2006a.

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, set. 2006b.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA)**: Relatório de atividades de 2011 e 2012. Brasília, 2013.

BRASIL. Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos – PARA. **Relatório das análises de amostras monitoradas no período de 2013 a 2015**. Brasília, 2016.

BURITY, V. *et al.* **Direito humano à alimentação adequada no contexto da Segurança Alimentar e Nutricional**. ABRANDH: Brasília. 2010.

CALDAS, E. D.; SOUZA, L. C. K. R. Avaliação de risco crônico da ingestão de resíduos de pesticidas na dieta brasileira. **Revista de Saúde Pública**, v. 34, n. 5, p. 529–537, 2000.

CARNEIRO, F. F. *et al.* **Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. Rio de Janeiro: Búrigo, 2015.

DEL PRADO-LU, J. L. Insecticide Residues in Soil, Water, and Eggplant Fruits and Farmers' Health Effects Due to Exposure to Pesticides. **Environmental Health Preventive Medicine**, v. 20, n. 1, p. 53–62, 2015.

ELHALWAGY, M. E. A. *et al.* Risk assessment induced by knapsack or conventional motor sprayer on pesticides applicators and farm workers in cotton season. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v. 30, p. 110–115, 2010.

FONTOURA, A. F. **A produção para autoconsumo: características e importância para os sistemas de produção de pecuária familiar da fronteira oeste do RS.**

Orientador: Pedro Selvino Neumann. 2012. 152 f. Dissertação (Mestrado em Extensão Rural). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

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-agrotoxicos>. Acesso em: 15 jul. 2019.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ – FIOCRUZ. **‘Se a substância é carcinogênica, não existe um limite de exposição que não vá causar câncer’.** 2018. Disponível em:

<http://www.epsjv.fiocruz.br/noticias/entrevista/se-a-substancia-e-carcinogenica-nao-existe-um-limite-de-exposicao-que-nao-va>. Acesso em: 15 jul. 2019.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. **Agricultural Outlook 2019-2028. Special Focus: Latin America.** Roma: FAO, 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER - INCA. **Posicionamento do Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva acerca dos agrotóxicos.**

Disponível em:

http://www1.inca.gov.br/inca/Arquivos/comunicacao/posicionamento_do_inca_sobre_os_agrotoxicos_06_abr_15.pdf. Acesso em: 22 jul. 2019.

ISMAEL, L. L. *et al.* Resíduos de agrotóxicos em alimentos: preocupação ambiental e de saúde para população paraibana. **Revista Verde**, v. 10, n. 3, p. 24–29, 2015.

JAHANMARD, E.; ANSARI, F.; FEIZI, M. Evaluation of Quechers Sample Preparation and GC Mass Spec-trometry Method for the Determination of 15 Pesticide Residues in Tomatoes Used in Salad Production Plants. **Iran Journal of Public Health**, v. 45, n. 2, p. 230–238, 2016.

JAYASUMANA, C. *et al.* Drinking well water and occupational exposure to Herbicides is associated with chronic kidney disease, in Padavi-Sripura, Sri Lanka. **Environmental Health**, v. 14, n. 6, p. 1–10, 2015.

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.

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.

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**, v. 7, n. 2, p. 299–311, 2002.

- NERILO, S. B. *et al.* Pesticide use and cholinesterase inhibition in small-scale agricultural workers in southern Brazil. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 50, n. 4, p. 783–791, 2014.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE - OMS. **IARC Monographs – 112. International Agency for Research on Cancer. 2015.** Disponível em: <https://monographs.iarc.fr/wpcontent/uploads/2018/06/mono112-10.pdf>. Acesso em: 26 jul. 2019.
- PERES, F. *et al.* Desafios ao estudo da contaminação humana e ambiental por agrotóxicos. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 10, p. 1–11, 2005.
- 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.
- SLOWIK-BOROWIEC, M. *et al.* Pesticide residues in stone fruits from the south-eastern region of Poland in 2012 – 2014. **Roczniki Państwowego Zakładu Higieny**, v. 66, n. 3, p. 211–216, 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. 2011.
- WANWIMOLRUK, S. *et al.* Food safety in Thailand 1: it is safe to eat watermelon and durian in Thailand. **Environmental Health Preventive Medicine**, v. 20, p. 204–215, 2015.
- WANWIMOLRUK, S. *et al.* Food safety in Thailand 4: comparison of pesticide residues found in three commonly consumed vegetables purchased from local markets and supermarkets in Thailand. **Peer Journal**, v. 4, n. 1, p. 1–23, 2016.
- ZHANG, L. *et al.* Exposure to glyphosate-based herbicides and risk for non-Hodgkin lymphoma: A meta-analysis and supporting evidence. **Mutation Research-Reviews in Mutation Research**, v. 781, p. 186–206, 2019.

Capítulo 22

Peixes como bioindicadores de contaminação aquática

1



Laércio dos Anjos Benjamin, Joana D'Arc Silveira Souza, Frederico Belei de Almeida,
Letícia Gamarano Pires, Amara Manarino Andrade Goulart,
Gabriel Victor Pereira Lima

Introdução

Durante muitos séculos o ser humano vem adotando estratégias para obter água de melhor qualidade para os diversos tipos de utilidades. Os níveis de aceitação da qualidade da água têm sido aumentados gradativamente, levando-se em conta principalmente a potabilidade, uma vez que é importante preservar a espécie humana. Há certa preocupação uma vez que a obtenção de água com maior potabilidade tem gerado interpretações errôneas sobre a qualidade para todos os organismos vivos, chegando-se ao ponto que a qualidade da água para o ser humano seja o suficiente para atender todas as demandas dos seres vivos.

Essa visão permeia o egocentrismo da espécie humana, uma vez que essa suposição pode ser facilmente contestada com base em fundamentos da ecologia como, por exemplo, o conceito de nicho ecológico, conceito este que é determinado como “o espaço físico ocupado por um organismo, incluindo o papel funcional desse organismo na comunidade e sua posição em gradientes ambientais que lhe dão condições de

¹ Fonte da figura: <http://www.feevale.br/Comum/midias/6d629b1f-d033-4f69-950f-eb96e3afadba/Ana%20Luiza%20Ziulkoski.pdf>

existência”. Portanto, não se pode considerar que a espécie humana divide a mesma história evolutiva que espécies de diversas formas dependentes do ambiente aquático.

Por outro lado, o organismo humano deve se considerar um indicador de qualidade restrito a partir de condições naturais e um interventor ativo nas condições de alterações e controle ambiental. Nesse sentido, pode-se esperar que os humanos atuem de forma a sentir os desequilíbrios ambientais e, em determinadas situações, agir de forma a buscar o equilíbrio do ecossistema. Nessa mesma visão, pesquisadores expressam suas preocupações por meio de exigências de recuperação dos ambientes alterados a partir da detecção da qualidade dos ecossistemas. Logo, não é saudável avaliar aspectos relativos ao equilíbrio de ambientes aquáticos (incluindo a proteção e a preservação de comunidades aquáticas, além da biodiversidade) caso não sejam utilizados os próprios organismos desse meio para averiguar os desequilíbrios que ocorrem devido às atividades humanas.

Poluição aquática

Com a explosão populacional no século XX, a concentração em grandes centros fez com que o uso e a ocupação do solo ocorressem de forma inadequada, gerando poluição de diferentes ambientes (o ar, o solo e a água).

A poluição das águas tem diversas consequências para os ambientes aquáticos em si, como elevação da temperatura, aumento dos sólidos totais dissolvidos, de microrganismos patogênicos e da deposição de matéria orgânica, mudanças de pH, e presença de compostos tóxicos e substâncias tóxicas advindas de processos industriais.

Diversas atividades humanas podem contribuir para o aumento da poluição de cursos d'água (Figura 1). Dentre elas, as atividades agrícolas se destacam pelo uso excessivo de insumos químicos. O modelo predominante da produção de alimentos é caracterizado pelo cultivo de monoculturas e uso de fertilizantes e agrotóxicos, uma herança da “Revolução Verde” que tinha como discurso o combate à fome após a Segunda Guerra Mundial.

Defensivos agrícolas, agroquímicos, pesticidas, ou praguicidas são denominações para substâncias ou misturas de substâncias, naturais ou sintéticas, com a finalidade de combater e erradicar pragas. Essas denominações são enganosas, pois esses produtos

muitas vezes têm ação danosa ao meio ambiente, sendo, então, os principais contaminantes de origem agrícola. Poucos são os estudos nas condições brasileiras quanto ao impacto dos agrotóxicos no solo, tendo-se dado maior ênfase na sua eficiência sobre o controle de pragas agrícolas.



Figura 1. Consequências da degradação ambiental a partir das características e serviços de ecossistemas naturais e impactados. Fonte: Benjamin (2014).

Esses produtos, quando aplicados sobre os campos de cultivo, podem atingir os corpos d'água diretamente por meio da água da chuva e da irrigação, ou indiretamente através da lixiviação, chegando aos lençóis freáticos (Figura 2). Outras formas de contaminação indireta podem ocorrer através da volatilização dos compostos aplicados nos cultivos e pela formação de poeira do solo contaminado e/ou da pulverização de agrotóxicos, que podem ser transportados por correntes aéreas e se depositarem no solo e na água, distantes das áreas onde foram originalmente usados.



Figura 2. Agrotóxicos no meio ambiente: rotas de entrada. Fonte: Adaptado de Walker *et al* (1996).

Mas qual a relação dos peixes com agrotóxicos?

Os peixes fazem parte da biodiversidade aquática e apresentam características que estão ligadas diretamente ao seu modo de vida. Isso favorece os trabalhos de pesquisas científicas ligadas diretamente à contaminação aquática, uma vez que estas espécies têm na água o seu meio de vida.

Os agrotóxicos lixiviados para o lençol freático podem vir a contaminar rios, lagos e mares e, conseqüentemente, organismos aquáticos como os peixes, são os primeiros seres a sentirem o efeito nocivo destes produtos. Assim, alterações provocadas pelo ser humano no meio ambiente e que interfiram nos organismos do ecossistema causando múltiplas alterações que podem gerar graves desequilíbrios ecológicos, dependendo do grau de contaminação e do tempo de exposição, tornam-se desafio para a conservação dos recursos hídricos, dada a importância dos sistemas de água desde seu uso pela biota aquática até o consumo humano.

Como os tóxicos alcançam os organismos vivos

Quando atingem o ambiente aquático, as substâncias oriundas das atividades agrícolas são capazes de interagir com os organismos vivos. Essas substâncias químicas se aderem ao material orgânico em suspensão, depositam-se no sedimento ou são absorvidas pelos organismos. Assim, peixes bioacumulam esses compostos pela matéria ingerida e os absorvem pela superfície corporal ou por meio de trocas respiratórias. Os compostos químicos podem encontrar-se na sua forma original ou sofrer biotransformação, gerando muitas vezes, metabólitos toxicologicamente mais potentes que os compostos de origem.

Quanto maior a concentração desses produtos e mais longo o tempo de exposição, maiores as chances dos impactos negativos atingirem níveis superiores de organização biológica, como comunidades e ecossistemas (Figura 3). A presença de compostos com características lipofílicas ou de persistência no ambiente são preocupantes, pois muitos são passíveis de bioconcentração e bioacumulação, características que são influenciadas por processos fisiológicos e propriedades químicas como, por exemplo, a capacidade que possuem de ligação a macromoléculas.

Quanto maior a concentração de agrotóxicos e mais longo o tempo de exposição, maiores as chances de impactos negativos atingirem níveis superiores de organização biológica, como comunidades e ecossistemas. Se um estresse dura tempo suficiente para levar à morte uma população de organismos, afetando as taxas de crescimento e de reprodução, então ele é capaz de alterar a estrutura da comunidade (BENJAMIN, 2014).



Figura 3. Níveis de respostas dos sistemas biológicos frente aos efeitos de poluentes.
Fonte: Adaptado de Arias *et al* (2007).

Impactos relevantes

As interpretações das análises químicas não retratam o impacto ambiental causado pelos poluentes, porque não demonstram os efeitos sobre o ecossistema de uma forma globalizada. Somente os organismos ou partes deles, podem detectar os efeitos tóxicos das substâncias. O uso dos testes de toxicidade na análise de impacto ambiental é bastante eficaz e amplamente compreensivo. Atualmente, estudos de impacto ambiental, principalmente aqueles que utilizam a toxicologia, têm aumentado a sua importância, uma vez que se tem na sociedade uma demanda crescente e complexa de produtos químicos e de uso ambiental, como a ampliação anual da utilização de agrotóxicos.

A determinação de substâncias químicas isoladas, além de não identificarem os efeitos nos organismos, não apresentam respostas lógicas sobre que tipo de ação está sendo responsável pela toxicidade, não fornecem informações sobre as possíveis interações entre substâncias (aditivas, antagônicas ou sinérgicas), e nem da biomagnificação das mesmas nos organismos e no ambiente.

Em uma linha de raciocínio simplificada, cada espécie apresenta níveis de atividades biológicas muito bem definidas para a manutenção viável das populações. Essas atividades biológicas estão intimamente ligadas às condições ambientais. Via de regra, um ambiente em condições precárias não será suficiente para manter as comunidades de forma sadia. Quanto mais específica a função orgânica considerada, maiores as exigências requeridas (Figura 4).

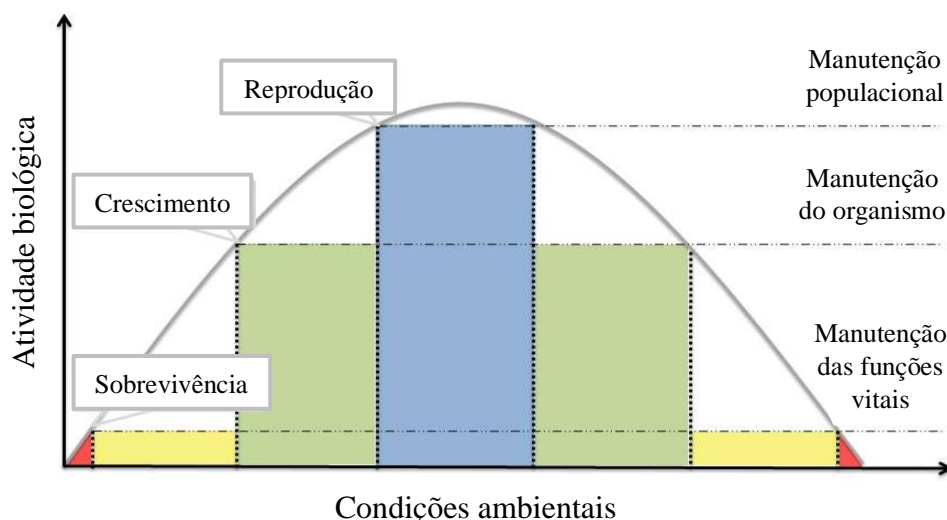


Figura 4. Faixas de tolerância e níveis de atividade biológica requeridos para manter as funções vitais (sobrevivência, crescimento e reprodução) dos organismos sob um gradiente de condições ambientais (pH, temperatura, oxigênio dissolvido, substâncias tóxicas). Fonte: Adaptado de Ricklefs (2001).

Ecotoxicologia aquática

A Ecotoxicologia, em termos sucintos, busca a relação de como os efeitos tóxicos de agentes químicos e físicos atuam sobre os organismos de ecossistemas naturais. Existem diversos métodos ecotoxicológicos, mas ao se tratar de estudos com organismos aquáticos para avaliar a qualidade da água, é conveniente mencionar duas abordagens técnicas mais utilizadas que normalmente são utilizadas para indicar o efeito adverso de agentes químicos.

Uma vertente técnica refere-se aos levantamentos de populações ou comunidades aquáticas, que utiliza alguns indivíduos de ambientes naturais, por meio de coletas de tecidos, sendo que os resultados são expressos, por exemplo, em termos dos índices biológicos. Uma das características dessa metodologia é a exigência de amostragem dos organismos e qualificação técnica necessária tanto para a obtenção como para a interpretação de seus resultados. A outra metodologia permeia-se sobre a necessidade de ambientes com pouca perturbação ambiental, quase buscando recriar as qualidades ambientais naturais, para servir como referência positiva.

Baseando-se nesses dois principais aspectos, torna-se complexa e demorada a tarefa de identificar as possíveis substâncias nocivas e localizar as suas origens, buscando reduzir ou eliminar a exposição dos organismos aquáticos, o quanto antes, principalmente para não interferir nos ciclos de atividades biológicas. Assim sendo, os indicadores biológicos apresentam restrições para o monitoramento de agentes químicos, mas são recomendados para estudos que buscam averiguar efeitos adversos provocados por alterações físicas no ambiente.

Outra abordagem técnica utilizada para avaliar os efeitos das substâncias presentes na água diz respeito aos ensaios efetuados em ambientes controlados, principalmente laboratórios ou fazendas de piscicultura. Aqui se encaixam os ensaios ecotoxicológicos, que consistem na exposição de organismos representativos do ambiente em águas coletadas em ambientes naturais ou fontes emissoras de poluentes. Após essa exposição é mensurada a intensidade de eventos biológicos (mortalidade, reprodução, entre outros) que indicam a presença ou não de agentes químicos em quantidades tóxicas.

Uma grande conveniência dos ensaios ecotoxicológicos controlados é que advém do uso de organismos aquáticos cultivados em laboratório (sem exposição prévia aos

poluentes), bem como a possibilidade de controlar as condições experimentais de modo a destacar o possível causador dos efeitos tóxicos. Consequentemente, os eventos biológicos medidos detectam a ocorrência de efeitos tóxicos causados pela interação (antagônica, sinérgica, ou aditiva) entre as substâncias presentes em uma amostra, bem como daquelas inesperadas nesses meios.

Somente os ensaios ecotoxicológicos possuem a peculiaridade de caracterizar as águas naturais e os efluentes líquidos. Devido às características técnicas mencionadas, os ensaios ecotoxicológicos têm sido utilizados preferencialmente, ao redor do mundo, para a avaliação da qualidade de águas naturais, de sedimentos e de efluentes líquidos para organismos aquáticos. Todos esses métodos são embasados em normas técnicas nacionais e/ou internacionais, buscando a padronização e qualidade dos resultados.

A toxicologia aquática permite, então, estudar os efeitos tóxicos de substâncias químicas e outros xenobióticos sobre os organismos aquáticos, incluindo letalidade (mortalidade) e efeitos subletais (alterações no crescimento, desenvolvimento, reprodução, respostas patológicas, alterações bioquímicas fisiológicas e comportamentais).

Estudos de impacto ambiental

Os estudos de impacto ambiental permitem avaliar a contaminação por diversas fontes poluidoras como, por exemplo, efluentes agrícolas, industriais e domésticos, sedimentos, medicamentos e produtos químicos em geral, assim como avaliar a resultante de seus efeitos sinérgicos e antagônicos.

Estes estudos têm, como principal vantagem, compreender uma grande variedade de substâncias biologicamente disponíveis em uma amostra ambiental por meio de ensaios que possibilitem a detecção de efeitos de substâncias tóxicas atípicas ao ambiente. Este instrumento torna-se de suma importância na busca sobre o grau de toxicidade em vários tipos de corpos hídricos e para determinação da influência direta de elementos oriundos das atividades antrópicas e/ou naturais.

Organismos vivos do meio aquático

Os ambientes aquáticos naturais são sistemas abertos e altamente dinâmicos, e por isso sofrem modificações contínuas na sua composição química. A veiculação final de um contaminante tóxico introduzido no ambiente aquático depende, principalmente, das propriedades do ambiente e das características do contaminante. Contudo, os principais casos de intoxicação estão relacionados a ações antrópicas.

Quando o tóxico atinge o ambiente, os contaminantes podem estar sujeitos a uma combinação de processos que podem afetar seu destino e comportamento. As substâncias potencialmente tóxicas podem ser degradadas por processos abióticos e bióticos que ocorrem na natureza. No entanto, algumas delas resistem aos processos de degradação e, por isso, são capazes de persistirem no ambiente por longos períodos de tempo. O descarte contínuo de uma substância persistente no ambiente pode levar à sua acumulação em níveis ambientais suficientes para resultar em toxicidade.

Embora seja comum o emprego de critérios químicos para detectar os danos causados aos ambientes aquáticos, avaliações dessa natureza geralmente subestimam a real magnitude dos danos. A análise de bioavaliação da qualidade dos ambientes aquáticos deveria incorporar atributos capazes de integrar o comportamento de elementos e processos biológicos, expressando interferência antrópica com comunidades aquáticas. As abordagens mais recentes de bioavaliação da qualidade da água empregam descritores físicos e químicos da água e informações sobre a biota aquática, visando combinar atributos que representem uma ampla existência de diversidade ecológica, em diferentes níveis de organização.

Uso de peixes como bioindicadores

Bioindicador é definido como “espécie capaz de indicar os primeiros sinais de estresse ambiental causado por contaminantes em diferentes níveis de organização biológica” e reflete a distribuição do agente químico ou seus produtos de biotransformação no organismo, seus efeitos adversos e sua habilidade em responder aos desafios de exposição a uma substância específica.

Quando ecossistemas aquáticos estão poluídos com contaminantes orgânicos e inorgânicos, os peixes serão quase que inevitavelmente contaminados. Por isso, nos

últimos anos, os peixes têm sido utilizados como bioindicadores representativos para determinar o estado de saúde do ecossistema aquático. As comunidades de peixes podem retratar o *status* ambiental ao disponibilizar informações sobre o ciclo de vida de grande número de espécies, ao incluir uma variedade de níveis tróficos compreendendo alimentos tanto de origem aquática como terrestre, e ao mudar sua estrutura e composição quando seu *habitat* for modificado.

Além disto, as espécies são relativamente fáceis de serem identificadas e situações críticas, como mortalidade de peixes, podem ser informadas pelo público em geral, o que chama a atenção para alterações nas condições de qualidade de água dos ambientes. Essas vantagens demonstram grande aplicação em programas de monitoramento biológico para avaliar a degradação ambiental. Nesta conjuntura, é essencial o desenvolvimento de métodos para monitorar as respostas biológicas das comunidades ou populações de peixes a fatores naturais e antrópicos.

Os índices de integridade biótica com base em assembleias de peixes, inicialmente desenvolvidos para regiões temperadas, foram adaptados no Brasil para avaliar segmentos de grandes rios, reservatórios e canais nas regiões Sul e Sudeste. Entretanto, a ferramenta tem ganhado força para avaliar o *status* ambiental de ecossistemas aquáticos. Muitos estudos utilizando peixes neotropicais de água doce têm sido realizados sob essa ótica de análise.

Diversas espécies de peixes são utilizadas como bioindicadores, principalmente quando essas espécies são resistentes à intoxicação, quando apresentam índices reprodutivos altos e são generalistas nas questões de alimentação e manutenção em laboratório. No Brasil, a espécie mais utilizada é o *Danio rerio*, vulgarmente conhecido como paulistinha. Outros peixes, como lambaris, mato-grosso e tilápia, também têm sido amplamente utilizados em testes de toxicidade. O parâmetro avaliado nos testes de toxicidade aguda com peixes é a mortalidade e os testes de toxicidade crônica com esses organismos requerem longos períodos de tempo, uma vez que seu ciclo de vida e seu período reprodutivo são longos quando comparados aos de outras espécies.

Tipos de ensaios

Os ensaios de ecotoxicidade aquática permitem avaliar os diversos efeitos que diferentes substâncias químicas presentes no ambiente aquático podem causar aos organismos vivos. Tradicionalmente, as técnicas para a avaliação destes impactos utilizando bioindicadores são divididas naquelas associadas aos níveis superiores de organização, tais como populações, comunidades e ecossistemas, e aos níveis individuais, como alterações comportamentais, malformações, mudanças nas taxas de crescimento, reprodução, alimentação, e alterações bioquímica e fisiológica.

Os componentes dessa última abordagem são também chamados de biomarcadores, e são definidos como componentes biológicos, quais sejam células, processos bioquímicos, estruturas e funções biológicas alteradas quando em contato com compostos xenobióticos. Os testes são realizados com organismos indicadores que sejam sensíveis à presença de substâncias xenobióticas passíveis de causarem alterações deletérias em níveis morfológicos, fisiológicos ou comportamentais.

A exposição de peixes pode ser realizada para diferentes substâncias químicas e em diferentes concentrações. Os ensaios podem ser realizados de forma aguda ou crônica, dependendo do tempo de exposição a que serão submetidos à substância química. O objetivo da avaliação dos ensaios ecotoxicológicos é estabelecer a relação entre concentração e efeito ou resposta para estabelecer o risco.

Ensaio agudo são caracterizados pela administração única de concentração letal de um agente tóxico. Estes testes são fundamentais para avaliar respostas rápidas e graves que possam manifestar os peixes submetidos à exposição de 0 a 96 horas. O objetivo principal deste ensaio é determinar a Concentração Letal Média (CL₅₀) e a Concentração Efetiva Média (CE₅₀) da substância, ou seja, a concentração necessária para causar mortalidade em 50 % dos peixes expostos. No Brasil, testes de toxicidade aguda têm sido utilizados para monitoramento de locais que recebem descargas de efluentes urbanos, agrícolas e industriais, com a finalidade de contribuir na diminuição de impactos ambientais e avaliar estações de tratamentos para licenças de órgãos ambientais.

Em ensaios crônicos, a administração ocorre repetidamente em concentrações subletais por um intervalo de tempo. Os testes de toxicidade crônica têm como objetivo avaliar os efeitos que as substâncias químicas possam causar quando os peixes

sobrevivem à exposição química. Para isso, é necessário o resultado de testes agudos, visto que nesse momento o interesse é avaliar os efeitos subletais que esses organismos possam apresentar devido à exposição prolongada em períodos de tempo normalmente superiores a 1/10 do período de vida do organismo.

“Crônico é um termo relativo, e que depende do tempo de vida do organismo considerado.”

Os efeitos subletais são ocasionados por exposição a concentrações que não são capazes de acarretar a morte; entretanto, podem acarretar diversas alterações biológicas nos peixes comprometendo o crescimento, desenvolvimento e reprodução desses organismos.

A intoxicação crônica ocorre por dois motivos: pelo acúmulo das substâncias químicas, quando a quantidade absorvida no organismo é maior que a quantidade eliminada, até causarem os efeitos deletérios, ou pelo somatório dos efeitos ocasionados por exposição repetida ao tóxico, sem acúmulo da substância no organismo.

Ensaio realizados em laboratórios com condições controladas também podem ser conduzidos com diferentes sistemas de fluxo. Sistema estático, quando não há troca de água durante o experimento; sistema semi estático, quando a troca total de água é realizada a cada 24 horas; e sistema contínuo, quando ocorre renovação contínua e constante da água e do produto testado.

Técnicas de estudos de ecotoxicologia aquática

Análise histológica

A histologia é uma ferramenta sensível para se diagnosticar efeitos tóxicos diretos e indiretos que afetem tecidos animais. Por isso é considerada um excelente método de avaliação de bioindicadores de impacto ambiental causado por agentes tóxicos sobre os animais constituintes de uma determinada fauna e, portanto, é utilizada em análises do efeito de xenobióticos sobre bioindicadores.

No entanto, não é um método específico de determinada contaminação. Isoladamente, a histopatologia gera dados sobre lesões em níveis teciduais não especificando a causa pontual da lesão, ou seja, não diagnostica contaminação, mas sim resposta biológica à agressão ou estresse. Porém, quando associada a outros métodos de

análises, estudos histológicos podem auxiliar na compreensão profunda de determinadas situações. Para isso, a escolha dos órgãos que serão alvos de estudo é crucial para a relevância dos dados obtidos.

Dentro da organização complexa que são os sistemas vitais dos organismos, alguns órgãos são considerados fundamentais para determinadas análises (Figuras 5, 6 e 7). Dentre eles destacam-se as brânquias, devido à sua peculiaridade de extenso contato com a água, visto que a troca gasosa acontece por meio desse órgão, mantendo-o em constante contato com a água contaminada; o fígado, pois é o órgão de metabolização, biotransformação e armazenamento de diferentes substâncias ingeridas pelos animais; os rins, responsáveis pela biotransformação e eliminação de substâncias presentes na corrente sanguínea; ovários e testículos, diretamente ligados à reprodução e à sobrevivência das espécies; e o cérebro, para avaliação de danos no sistema nervoso central e muitas vezes observados pelo comportamento anormal dos animais vivos.

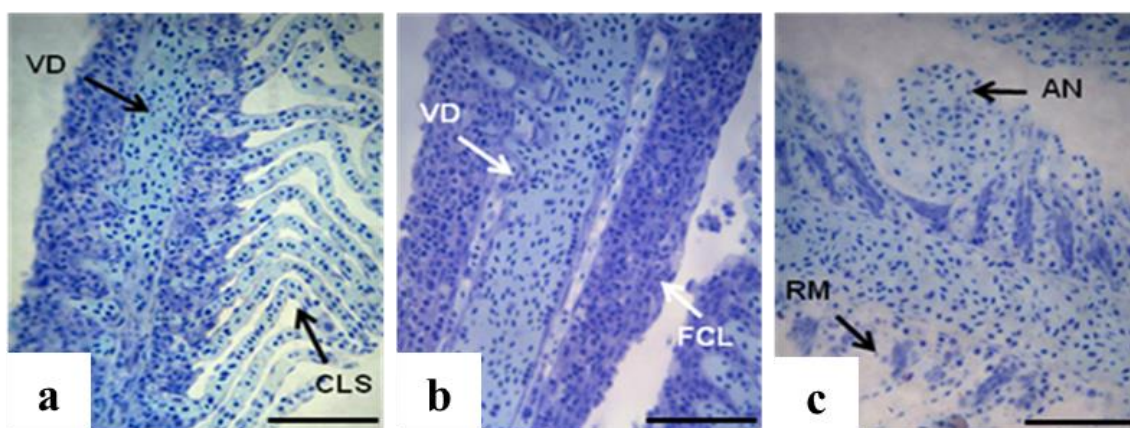


Figura 5. Brânquias de lambaris *A. bimaculatus* expostos ao endosulfan. **a:** vasodilatação (VD) do terço apical, proliferação do comprimento da lamela secundária (CLS); **b:** fusão completa das lamelas secundárias (FCL), vasodilatação (VD); **c:** aneurisma (AN), ruptura de membrana (RM) das lamelas secundárias; Azul de toluidina. Barras: 20 μ m. Fonte: Benjamin (2014).

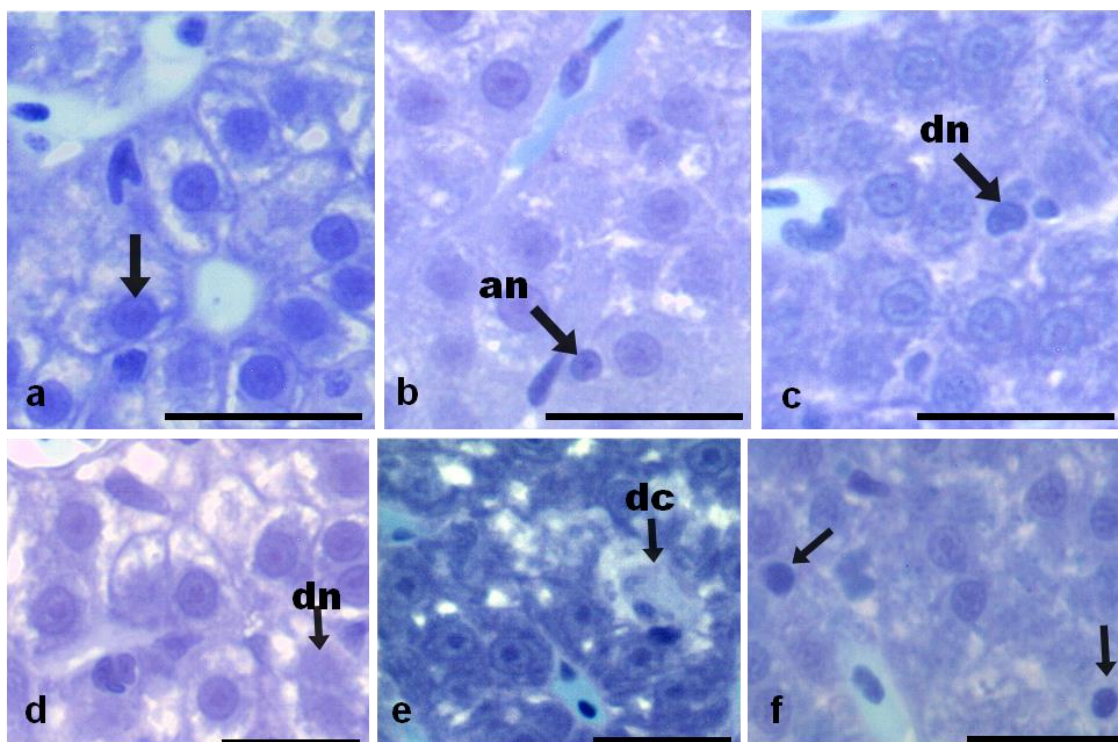


Figura 6. Fígados de lambaris *A. bimaculatus* expostos ao endossulfan. **a:** Hepatócito com núcleo (seta) deslocado para a periferia. **b:** Atrofia nuclear (an). **c:** Deformação nuclear (dn). **d:** Degeneração nuclear (dn). **e:** Degeneração citoplasmática (dc). **f:** Presença de núcleos picnóticos (setas). Azul de toluidina. Barras: a, b, c, f (25 μ m); d, e (20 μ m). Fonte: Benjamin (2014).

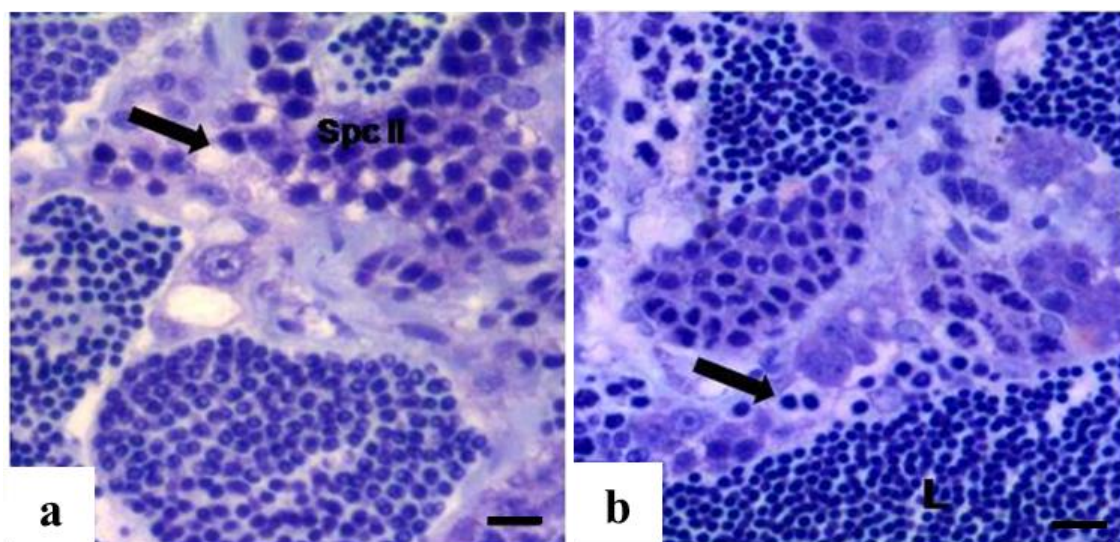


Figura 7. Testículos de mato-grosso *H. eques* expostos ao glifosato. **a:** Vacuolização espermatócito II; **b:** Picnose nuclear (setas pretas). Azul de toluidina. Barras: 10 μ m. Fonte: Benjamin (2014).

Análises sanguíneas e enzimáticas

Em geral, a exposição a compostos tóxicos prejudica a função respiratória em peixes devido à redução de absorção de oxigênio e aumento da demanda de oxigênio para manter processos celulares vitais. Esses distúrbios respiratórios estão associados a ajustes de fatores fisiológicos, como o transporte de oxigênio pelas hemácias. Assim, o estudo dos parâmetros qualitativos e quantitativos do sangue de peixes (hemograma, hematócrito, hemoglobina, etc) (Figura 8) têm sido frequentemente utilizados para a detecção e avaliação de alterações quando os peixes são expostos a agrotóxicos. A ocorrência de efeitos genotóxicos (danos ao DNA) produzidos pela exposição de peixes a agentes xenobióticos como os agrotóxicos, também pode ser avaliada por testes de detectem a genotoxicidade destes componentes (teste cometa em eritrócitos).

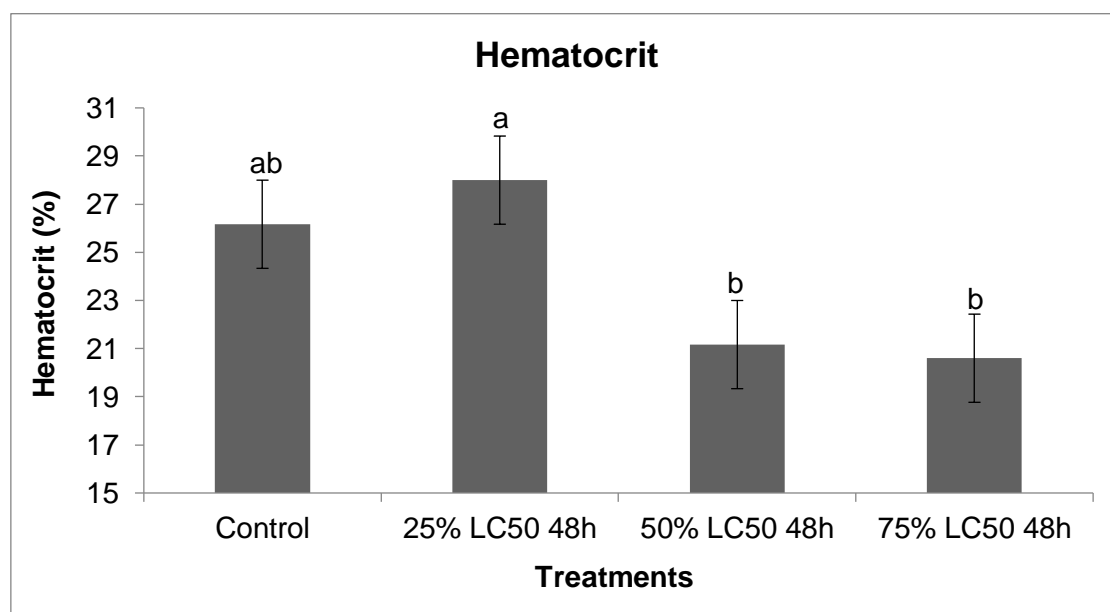


Figura 8. Valores médios de hematócrito em tilápias *O. niloticus* após exposição aguda a 25, 50 e 75 % da CL₅₀-48h para atrazina. Letras diferentes indicam diferença significativa (P<0,05). Fonte: Anjos (2019).

Além disto, é possível realizar a mensuração de enzimas presentes na corrente sanguínea, cérebro, músculo e fígado que estão relacionadas com a exposição aos agrotóxicos, podendo aumentar ou diminuir de acordo com a enzima e agrotóxico (Figura 9).

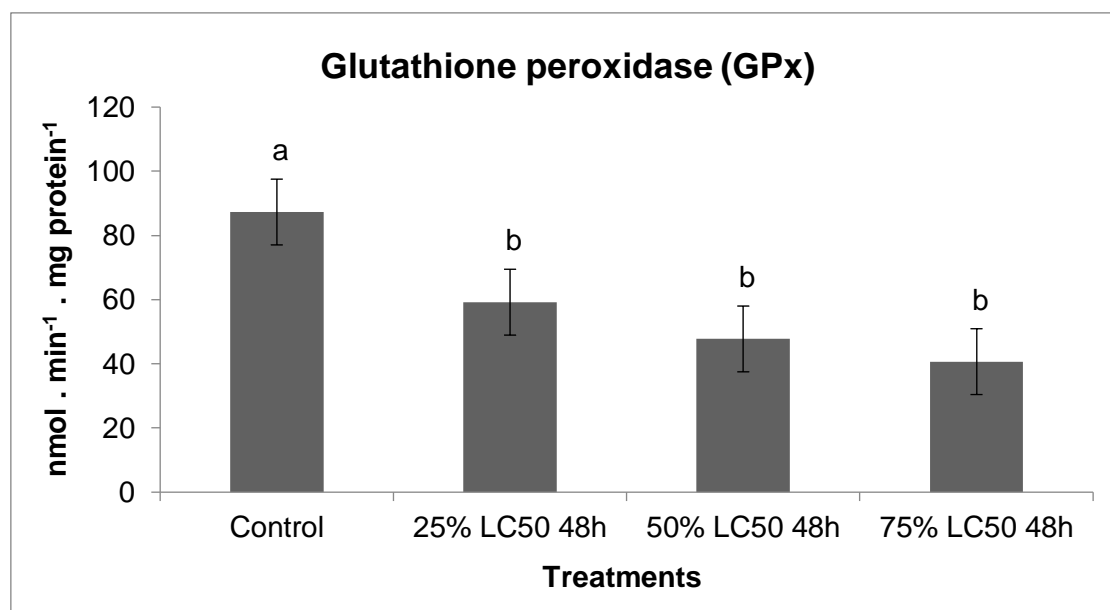


Figura 9. Valores médios de glutathione peroxidase (GPx) no fígado de tilápias *O. niloticus* após exposição aguda a 25, 50 e 75 % da CL₅₀-48h para atrazina. Letras diferentes indicam diferença significativa ($P < 0,05$). Fonte: Anjos (2019).

Entre essas enzimas destacam-se enzimas antioxidantes, reconhecidas como eliminadoras de radicais livres, agindo para neutralizar ânions superóxido (O_2^-) e peróxido de hidrogênio (H_2O_2), produzidos por diferentes caminhos que envolvem compostos endógenos e vários xenobióticos; enzimas de biotransformação, reconhecidas por desempenhar papel significativo no processo de desintoxicação, importante biomarcador para monitoramento de peixes expostos a poluentes; além da redução da atividade de acetilcolinesterase cerebral, que gera o acúmulo de acetilcolina nas sinapses que, por sua vez, afeta o funcionamento normal do sistema nervoso, comprometendo locomoção e equilíbrio.

Cromatografia

Para avaliação qualitativa e quantitativa de agrotóxicos presentes na água, a cromatografia líquida acoplada ao espectrofotômetro de massa é a ferramenta que tem sido utilizada. Apesar de ter um custo alto, as análises realizadas são de precisão.

Os métodos analíticos tradicionais capazes de avaliar pesticidas organofosforados e carbamatos em água são realizados por cromatografia gasosa (GC), cromatografia líquida de alta performance (HPLC) ou espectrofotometria de massa (MS), que exigem mão de obra especializada e apresentam alto custo operacional. Além disso, a poluição

ambiental associada ao uso de agrotóxicos é difícil de ser avaliada, pois os eventos de contaminação obedecem a uma dinâmica espacialmente difusa e temporalmente variável. Os métodos de *screening* químicos registram apenas o instante em que foram coletadas as amostras e não acompanham a variação temporal e espacial da contaminação. Outra desvantagem é que se as medições químicas forem feitas longe da fonte poluente, não serão capazes de detectar perturbações sutis no ecossistema.

Análises de alterações comportamentais, alimentares, reprodutivas

As respostas biológicas, em nível molecular e bioquímico, são resultantes da exposição a contaminantes e manifestarão, em níveis superiores, alterações reprodutivas, de crescimento e comportamentais, comprometendo a sobrevivência dos organismos e levando ao declínio de populações, comunidades e ecossistemas.

Quando peixes são expostos a ambientes muito degradados, os efeitos podem ser dramáticos (Figura 10). No caso de poluição severa, pode haver mortalidade quase instantânea. Longos períodos de exposição a ambientes menos degradados podem resultar na morte de indivíduos dentro da população. A exposição curta a estressores ambientais pode resultar em alterações que, mesmo não sendo letais, prejudicam a habilidade do peixe em realizar suas funções fisiológicas.

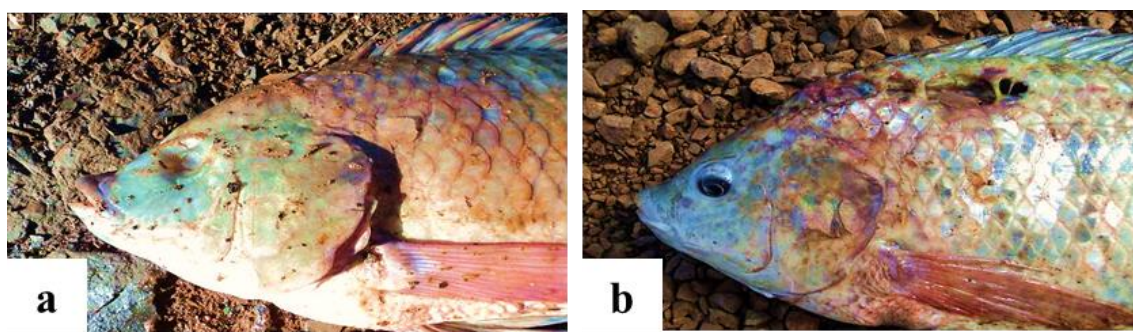


Figura 10. Alterações morfológicas desenvolvidas em tilápias em ambientes poluídos. **a:** Deformação epigenética, tilápia sem olhos. **b:** Infecção bacteriana em tecido muscular. Rio Uberabinha, Uberlândia, MG. 2011. Fonte: Almeida (2011).

Assim, a análise do comportamento animal vem ganhando uma atenção crescente devido ao fato de apresentar sensibilidade e poder ser associada a teste de CL_{50} . A vantagem da resposta comportamental é devida à integração de processos bioquímicos e fisiológicos que refletem mudanças comportamentais. Como o comportamento serve de

elo entre processos fisiológicos e ecológicos é ótima ferramenta para estudar os efeitos de poluentes ambientais. Os peixes são um excelente modelo nesse sentido, uma vez que muitos comportamentos ecologicamente relevantes destes são facilmente observados e quantificados em um cenário controlado. De fato, muitos pesquisadores vêm propondo o uso de indicadores comportamentais em peixes para monitorar criticamente a contaminação ambiental.

Alterações comportamentais resultam das condições a que um organismo está sujeito e representam um efeito agudo e/ou cumulativo, podendo ocorrer em concentrações significativamente inferiores às necessárias para causar efeitos fisiológicos evidentes. Representam, ainda, uma interface única entre fatores intrínsecos e extrínsecos que determinam a sobrevivência.

Considerações finais

Devido à diversidade de ambientes em que se encontram os peixes, o estudo da exposição aos agrotóxicos torna-se representativo, seja pela facilidade de obtenção ou de manutenção em condições laboratoriais pela rusticidade de muitas espécies. Os peixes são de grande importância ecológica em diversos *habitats* por equilibrarem o ecossistema e a cadeia alimentar, constituindo-se em fonte de alimentos para espécies carnívoras de peixes e aves. Dentro do conceito “One Health”, que está ligado à integração da saúde animal, humana e ambiental, o estudo desse grupo de animais e do impacto ambiental tem encontrado espaço devido à grande importância como fonte de proteína animal e aos riscos que podem representar para a alimentação por bioacumularem produtos tóxicos.

Dada essa importância, no Departamento de Veterinária da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, trabalhos vêm sendo conduzidos empregando espécies de peixes como modelos experimentais para avaliação dos efeitos de poluentes químicos sobre o organismo destes animais. A Figura 11 esquematiza os estudos que têm sido conduzidos para demonstrar os efeitos de diferentes produtos sobre os órgãos de peixes, apontando também para uma preocupação com a qualidade dos ecossistemas aquáticos.



Figura 11. Desenvolvimento de pesquisas empregando peixes como modelos experimentais no Laboratório de Biologia de Peixes, DVT/UFV. Fonte: Elaborado pelos autores.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15469 - Ecotoxicologia aquática: Preservação e preparo de amostras.** Rio de Janeiro, 2007. 16 p.
- ADAMS, S. M. Application of bioindicators in assessing the health of fish populations experiencing contaminant stress. *In: MCCARTHY, J. F.; SHUGART, L. R. Biomarkers of environmental contamination.* Boca Raton: Lewis Publishers, p. 333–353, 1990.
- ANJOS, L. R. A. **Toxicological aspects of Atrazine® herbicide:** effects on hematological, biochemical, behavioral and histological parameters of *Oreochromis niloticus*. 2019. 59 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2019.
- ARIAS, A. R. L. *et al.* Utilização de bioindicadores na avaliação de impacto e no monitoramento da contaminação de rios e córregos por agrotóxicos. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 12, n. 1, p. 61–72, 2007.
- BENJAMIN, L. A. Peixes como indicadores de contaminação ambiental. **Revista CFMV**, v. 63, p. 33–44, 2014.

- HENRY, L.; KISHIMBA, M. A. Pesticide residues in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and Nile perch (*Lates niloticus*) from Southern Lake Victoria, Tanzania, **Environmental Pollution**, v. 140, p. 348–354, 2006.
- JOBLING, M. **Environmental biology of fishes**. Londres: Chapman & Hall. 1995. 455 p.
- MAGALHÃES, D. P.; FERRÃO FILHO, A. S. A ecotoxicologia como ferramenta no biomonitoramento de ecossistemas aquáticos. **Oecologia Brasiliensis**, v. 12, n. 3, p. 355–381, 2008.
- MELLO, F. A. **Critérios ecotoxicológicos de lançamento de efluentes: aspectos teóricos e práticos**. Orientadora: Gisela de Aragão Umbuzeiro. 2015. 84 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) - Faculdade de Tecnologia, Universidade Estadual de Campinas, Limeira, São Paulo, 2015.
- PIRES, F. R.; SOUZA, C. M.; CECON, P. R. *et al.* Rhizospheric activity of potentially phytoreme-diative species for tebuthiron-contaminated soil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 627–634, 2005.
- RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. 470 p.
- SANTOS, J. B. **Atividade microbiana após aplicação de herbicidas utilizados no cultivo do feijoeiro**. 2005. 63 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.
- TELES, M. P. M. **Efeitos fisiológicos e genotóxicos induzidos por contaminantes ambientais em peixes**. Orientadora: Maria Ana Dias Monteiro Santos. 2006. 253 f. Tese (Doutorado em Biologia). Universidade de Aveiro, Portugal, 2006.
- VOET, D.; VOET, J. D.; PRATT, C. W. **Fundamentos em bioquímica**. Porto Alegre: Artmed, 2014. 4ed. 1200 p.
- WALKER, C. H. *et al.* The fate organic pollutants in individuals and in ecosystems. *In*: WALKER, C. H. *et al.* **Principles of ecotoxicology**, London, p. 67–76, 1996.
- ZAGATTO, P. A.; BERTOLETTI, E. **Ecotoxicologia aquática: princípios e aplicações**. São Carlos: Rima, 2006. 478 p.

Capítulo 23

Agroecologia e mercados territorializados: agendas de pesquisa-ação

Annelise Caetano Fraga Fernandez

O que é um mercado agroecológico? Por que falar em agroecologia implica falar em território? Ao elencar esses três itens, pretendemos falar do papel dos movimentos agroecológicos na construção de mercados territorializados, ou melhor, o modo com que esses mercados têm se tornado instrumentos políticos de afirmação dos territórios. Parte dessas reflexões vem do acompanhamento de mercados orgânicos/agroecológicos na cidade do Rio de Janeiro e da Região Metropolitana. A partir disso, é oportuno pensar sobre alguns desafios para a consolidação desses espaços sociais e agendas de pesquisa.

Agroecologia e território, na verdade, são elementos indissociáveis, já que a prática agroecológica implica a escolha pelo aproveitamento dos conhecimentos e recursos locais orientados à produção da vida das famílias agricultoras. Ainda que não recorra à ciência, o conhecimento agroecológico é produzido *in situ*. Em outras palavras, construído a partir da sistematização do saber local. Busca-se diminuir os insumos externos e também as externalidades do processo produtivo, respeitando ciclos naturais e a autonomia dos produtores. A busca de equilíbrio entre as condições ambientais e as necessidades materiais e simbólicas dos grupos comunitários é melhor realizada se este produtor e produto se deslocarem o mínimo possível. Há, portanto, o estímulo à formação de circuitos curtos de produção, à valorização de alimentos locais, à venda direta e à criação de vínculos entre os produtores e consumidores.

Os territórios assim lutam para tornarem-se espaços de diversidade: agrobiodiversidade, sociodiversidade. Espaço de coexistência em diferentes setores econômicos, de integração campo-cidade, da coexistência em cidades com espaços agricultáveis, turísticos e de conservação da natureza. Obviamente, os territórios que perseguem este modelo são também espaços de resistência ao modelo de cidade-mercadoria, de concentração da terra, de estruturas de poder que controlam a produção de alimentos no mundo. O território, assim, é também espaço onde todas as escalas (municipal, estadual, federal, global e local) e conflitos se manifestam.

Uma das possíveis definições de território, como uma categoria de análise, destaca as dimensões locais e do lugar, os laços econômicos, políticos e simbólicos que vinculam grupos sociais a um espaço determinado. Em grande medida, há uma correspondência entre essa categoria de análise e o território como categoria da prática, já que a crescente ênfase na utilização do conceito de território reflete as transformações empíricas impostas por mobilizações sociais e também seus efeitos sobre a política.

Os estudos de Esterci, Schweickardt (2010) mostram como especificamente na Amazônia, a nível regional, a delimitação de atuação político-administrativa do Estado, além de ter sido historicamente marcada por uma lógica centralizadora e socialmente excludente, se mostrou insuficiente para dar conta da diversidade de modos de vida e apropriação da terra e dos recursos naturais.

No Brasil, especialmente na Amazônia, a evocação do conceito de território, seja como instrumento de políticas públicas, acionado por planejadores e legisladores, seja como objeto de reivindicação de direitos por parte de povos e grupos sociais, tem sido tão frequente que a região se tornou um complexo mosaico de muitos territórios regidos por diferentes estatutos, muitas vezes em disputa ou mesmo sobrepostos (ESTERCI; SCHWEICKARDT, 2010)

Se na Amazônia este processo de territorialização das lutas sociais foi mais marcante, em muitos outros rincões do país emergiram também formas diversas de controle da terra e usos dos recursos naturais, incorporando a um só tempo critérios étnicos, ecológicos, de gênero para a autodefinição coletiva (ALMEIDA, 2004).

O termo cunhado por Teisserenc e Teisserenc (2014) – território em recomposição – nos parece apropriado para estudar o que aqui definimos como territórios de agroecologia, pela ênfase dada ao seu caráter dinâmico e pelo fato de que estes não correspondem aos territórios formais e oficiais, mas possuem limites cuja definição é o objeto que acompanha sua própria constituição. Os movimentos sociais, grupos e comunidades, ao afirmarem modos de vida específicos vinculados a um território, aos poucos redesenham as formas de gestão pública e divisão político-administrativa. A criação de conselhos e fóruns participativos de movimentos sociais articulados em rede são exemplos de politização dos territórios.

Queremos destacar que, no caso dos movimentos de agroecologia, a mobilização territorial tem exercido seus efeitos para a ressignificação e redelimitação de regiões. Este

fenômeno fica particularmente claro nas formas de nomeação dos territórios¹ de agroecologia no III Encontro Nacional de Agroecologia². Neste evento, os territórios foram apresentados como regiões. Suas formas de nomeação podem coincidir com as nomeações oficiais das regiões, mas os critérios para suas definições diziam respeito a princípios identitários construídos pelos movimentos sociais de base territorial. Tinham, neste sentido, caráter dinâmico e performático³.

Assim, de acordo com (Baptista, 2014) pode-se dizer que:

as organizações populares envolvidas em agroecologia produzem um território. Realizam uma produção sobre o espaço. Têm uma dimensão física na forma de cultivo de alimentos tanto em pequenas proporções como em uma escala comercial. Ao mesmo tempo é feita de valores que vinculam esses atores em rede, como agricultores, consumidores organizados, instituições, trabalhadores de políticas públicas. É, portanto, um amplo leque de ações e serviços que podem convergir com o pensamento crítico da população organizada. Em cada um dos pontos dessa rede ou desses nichos de poder há cidadãos tentando fazer valer seu direito à participação. Esses cidadãos se conectam a outros movimentos sociais em uma ampla rede de resistência política e cultural.

Os mercados assim têm sido espaços importantes de resistência e de afirmação dessas novas identidades. Tanto é que alguns movimentos são denominados como novos movimentos sociais econômicos, porque buscam práticas econômicas alternativas para garantir sua sobrevivência, desafiando valores, regras e convenções dos mercados. Essas novas práticas econômicas são percebidas como práticas socialmente enraizadas, princípio básico da chamada economia solidária.

Os cultivos orientados ao mercado, neste sentido, têm estreita relação com os alimentos voltados para o autoconsumo, já que sua produção é voltada à segurança alimentar, não seguindo apenas as orientações do mercado. A diversidade de cultivos, a alternância entre as culturas para o mercado e para o autoconsumo permite o

¹ Os seguintes territórios se auto representaram no III ENA: Baixo Amazonas (AM); Sertão do Araripe (PE); Leste Paulista e Região Sorocabana (SP); Norte de Minas e Vale do Jequitinhonha (MG); Bico do Papagaio (TO); Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RJ); Extremo Sul da Bahia (BA); Chapada do Apodi (RN/CE); Oeste de Santa Catarina (SC); Caravana Agroecológica e Cultural da Bahia (BA); Região Sul (RS/PR/SC); Zona da Mata de Minas Gerais (MG); Sertão do São Francisco (BA).

² Realizado na cidade de Juazeiro na Bahia, de 16 a 19 de maio de 2014.

³ Performático nos termos de Bourdieu (2006) significa que o ato de enunciar, nomear, descrever a realidade tem a potencialidade de criar esta mesma realidade.

fortalecimento de um modelo agrícola de base camponesa⁴. Portanto, e não à toa, a agroecologia hoje é um dos movimentos mais importantes de contra-hegemonia, pela sua capacidade de crítica ao modelo de desenvolvimento dominante e pela amplitude de sua agenda de lutas. Essa abrangência se explica pela própria constituição histórica do movimento que, para além das questões técnicas da produção agrícola, esbarrara necessariamente nas questões de luta pela terra, nas dimensões identitárias e culturais de diversos grupos sociais, nas questões de educação, comunicação e participação política⁵.

Deste modo, queremos chamar atenção que, ao olhar para os mercados agroecológicos, não estamos observando apenas espaços de trocas de mercadorias, mas para comunidades discursivas nas quais diversos sentidos sociais são transacionados (FERNANDEZ, FERREIRA, 2015)⁶. Os diferentes agentes (produtores, intermediários, técnicos, consumidores) negociam bens simbólicos – “modos de perceber, classificar e intervir sobre o mundo e a realidade” (ARAUJO, 2004). Os mercados, neste sentido, produzem culturas locais (MAZON, 2010).

De acordo com Brandenburg (2002), os dados existentes sobre este mercado dizem respeito à fase atual dessas diferentes modalidades de agricultura - biológica, alternativa, orgânica, ecológica - em sua fase institucionalizada e no contexto de diferentes países. Na atualidade, o que se entende como orgânico e agroecológico? Para o mercado, o aspecto mais evidente desses movimentos é aquele que se consagrou pela definição de orgânico: é a ideia de alimentos limpos de agrotóxicos.

⁴ Porque tem como horizonte político a autonomia das famílias produtoras: o controle da terra, a gestão do seu trabalho e a produção e reprodução de sua vida. Para um balanço desta perspectiva, ver Saquet (2014). Também sob uma perspectiva teórica, gostaríamos de enfatizar a vitalidade das teorias do campesinato para a compreensão das diferentes trajetórias, antagonismos e complementaridades nas formas empíricas de organização e produção agrícola. Citando Weber (1991), são os referenciais teórico-metodológicos que permitem ao pesquisador estabelecer conexões *conceituais* entre os *problemas* e não conexões “objetivas” entre as “coisas”.

⁵ Os seguintes temas foram abordados em seminários temáticos no III Encontro Nacional de Agroecologia, realizado em maio de 2014: reforma agrária e reconhecimento dos povos e populações tradicionais; agroecologia, abastecimento e construção social de mercados; agricultura urbana; comunicando um Brasil agroecológico; conflitos e injustiças ambientais; construção do conhecimento agroecológico: ATER, pesquisa e ensino e educação no campo; normas sanitárias para quê e para quem; plantas medicinais; financiamento e agroecologia; saúde e agrotóxicos; sementes e agrobiodiversidade; sociodiversidade.

⁶ Alguns dos argumentos apresentados nesta seção encontram-se também em Fernandez e Ferreira (2015), apresentado na 39ª ANPOCS, Caxambu, 2015.

Isso é compreensível. O marketing precisa comunicar valores de forma rápida e direta, o aspecto de fácil inteligibilidade sobre o que é orgânico facilita sua aceitação pelo consumidor, permite formas claras de controle e definição por meio das certificações, tornando-se uma vantagem comercial assumir-se como orgânico.

Essa definição, no entanto, nada diz sobre as relações sociais de produção, sobre a transmissão de conhecimento ao produtor, o regime da terra, sobre o trabalho familiar, tipos de mercado e uma série de outros aspectos políticos e sociais que fizeram parte dos movimentos de agricultura alternativa no Brasil entre as décadas de 1970 a 1980.

Observa-se, assim, que os termos orgânicos e agroecológicos, compreendidos “ao pé da letra” e desprovidos de sua historicidade e aura política, tornam-se apenas termos técnicos. Logo, podem existir tanto em circuitos solidários como em circuitos estritamente mercantis. Podemos ter neste sentido, mercados orgânicos com alta concentração de renda e racionalidade capitalista. Por outro lado, podemos ter também mercados orgânicos que se identificam com os valores mais amplos da agroecologia, mas, devido a oportunidades econômicas e institucionais, estão em circuitos orgânicos.

Se em muitas situações o agroecológico faz contraponto à apropriação ideológica crescente sobre os produtos orgânicos, já é possível observar que mercados e produtos definidos como agroecológicos também podem funcionar sob a lógica da acumulação capitalista. Como pode ser identificado no site do Sebrae que, ao falar sobre empreendedorismo, dedica especial atenção ao “agronegócio” de base agroecológica. Algo incompatível com a trajetória política deste movimento. Contudo, ao se apresentar como tal, “o negócio agroecológico” deve ser compreendido ou estudado como parte das contradições reais em um campo complexo de disputas ideológicas e econômicas.

De acordo com Fonseca (2005), os produtos orgânicos são o segmento de mais rápido crescimento na indústria alimentar nos últimos anos (cerca de 20 % ao ano entre 1997-2001). O comércio mundial de orgânicos se realiza entre os países de alta renda – dos Estados Unidos, Austrália e Nova Zelândia para o Japão, Europa. Também entre os países da Europa, além do comércio Sul-Norte, destacando-se principalmente México, Argentina, África do Sul para os países de alta renda.

De acordo com Geier (2008), não apenas os produtores pioneiros de produtos orgânicos tornaram-se grandes, como também grandes corporações da indústria de alimentos e com práticas nada ecológicas, identificaram a potencialidade do mercado de orgânicos. Segundo o autor, nove das dez maiores multinacionais de produção de

alimentos estão envolvidas no setor de alimentos orgânicos e é provável que grande parte dos consumidores não tenham consciência de que com suas compras estão fortalecendo grupos tais como a Nestle, Coca-Cola, Unilever, Kraft e Cargill. O autor também cita a empresa produtora de alimentos para bebês, Hipp, a Parmalat com atuação no mercado australiano e a companhia suíça ASI Nature Holding.

O caso mais emblemático é o do McDonald's. Ainda que em quantidades simbólicas, oferece, já há muitos anos, carne orgânica na Alemanha e leite orgânico na Suécia e no Reino Unido. Também na França, o McDonald's lançou a campanha: qualidade agroecológica: nosso compromisso do campo ao restaurante.

Face a um quadro de crescente apropriação capitalista do nicho de mercado de produtos orgânicos, Geier (2008) se pergunta sobre a coerência com os princípios holistas da ecologia, na medida em que se consolidam circuitos globais de transação. E por fim, como compatibilizar oportunidades de exportação para novos mercados e de sua possibilidade de ser socialmente justo. Para ele, o interesse do consumidor com a procedência e interesse em ajudar o pequeno produtor é uma possibilidade de resistir à apropriação dos grandes grupos sobre o mercado orgânico.

Para Caporal (apud Mendonça, 2008), um dos nomes referenciais da matriz científica da agroecologia, a comercialização dos orgânicos como *commodities* são expressão da ecologia a serviço da economia e não do seu contrário, as atividades econômicas se adequando aos princípios ecológicos.

Para Geier (2008), os produtos orgânicos, se associados aos princípios do mercado socialmente justo, conseguiriam a adesão de uma parcela de consumidores comprometidos com esses ideais. Mendonça (2008), na mesma linha e inspirada em Altieri (2003), propõe a existência de um certificado de produto orgânico/agroecológico que deveria ser concedido levando em conta o tamanho da propriedade, padrões sociais e de certificação solidária e flexível.

Todas essas questões nos colocam algumas reflexões: em primeiro lugar, do ponto de vista de umas *práxis* agroecológica, quais valores, objetivos e compromissos de transformação social prezamos, quando apostamos em uma formação agroecológica? Segundo, do ponto de vista do estudo desses processos dialéticos, é preciso compreender sua historicidade, as formas de nomeação, os valores e posições estruturais dos agentes envolvidos e suas identidades sempre relacionais. Só assim poderemos compreender o que está em jogo, as disputas e as relações de poder nessas realidades extremamente

dinâmicas. E, em terceiro, ao nos perguntarmos sobre o que é um mercado agroecológico, é necessário ter em mente que este não é totalmente distinto dos mercados orgânicos ou convencionais, mas é construído a partir de antagonismos e complementaridades. Afinal, tanto agricultores quanto consumidores circulam por diferentes mercados e as regras, padrões de qualidade, convenções etc. circulam e são ressignificados nos diferentes circuitos. Nos termos de Zelizer (2009), não são mundos hostis.

Assim, é preciso pensar como essas disputas ideológicas atribuídas aos produtos orgânicos *versus* agroecológicos e/ou mercados solidários *versus* mercados convencionais não se realizam em mundos estanques. Ao contrário, se interpenetram na construção dos mercados. Isso se dá tanto pelo fato de que essas identidades são relacionais e dinâmicas, como também pelo fato de que as regras de funcionamento de cada um desses circuitos (certificações, qualidade, padrões de funcionamento, preços etc.) podem contaminar um ao outro.

Comunello (2012) demonstra que no sul do País há o funcionamento de circuitos separados de produtos orgânicos e agroecológicos e que os agricultores dos movimentos agroecológicos também acessam as oportunidades do mercado orgânico.

Já na zona oeste do Rio de Janeiro, a conquista de espaços de comercialização deu-se sobretudo em circuitos formais de alimentos orgânicos – o Circuito Carioca de Feiras Orgânicas – que foram compreendidos pelo movimento agroecológico como oportunidades de divulgação e afirmação de seus valores e da existência da agricultura e agricultores na cidade.

Os mercados territorializados na zona oeste e Região Metropolitana do Rio de Janeiro

O Circuito Carioca de Feiras Orgânicas foi criado em 2010⁷ em bairros da zona sul da cidade. Em 2013, surgiu a oportunidade de criação de uma nova feira orgânica na localidade da Freguesia, bairro de Jacarepaguá, zona oeste da cidade. A Rede Carioca de Agricultura Urbana (Rede CAU), que reúne uma série de coletivos em defesa da agricultura na cidade, promoveu uma capacitação ao longo de nove meses para a formação da feira da Freguesia, composta por oito barracas.

⁷ A Feira da Glória já existia desde 1994 e passou a fazer parte do Circuito.

Fora do Circuito, foi criada a Feira Orgânica de Campo Grande em 1996, a Feira Agroecológica da UFRJ em 2010, a Feira Orgânica do Rio da Prata (no Bairro de Campo Grande) em 2014. Na Região Metropolitana, em 2011, foram criadas as feiras de Nova Iguaçu e Queimados e a Feira da Roça de Japeri. Em 2012, em Magé, foi inaugurada a Feira da Agricultura familiar⁸.

Embora relacionadas a essas conjunturas políticas de criação de novos espaços de comercialização, as feiras orgânicas/agroecológicas da zona oeste e Região Metropolitana surgem com um perfil diferenciado das feiras da zona sul, reivindicando novas identidades e modificando as dinâmicas deste mercado. Pode-se dizer que elas buscam construir uma nova cartografia que faz existir a atividade agrícola e aqueles que a produzem. Isso se deve ao fato de que a zona oeste e a Região Metropolitana são as áreas onde estão localizados os espaços tradicionalmente voltados para a agricultura, já que ambas as regiões formavam, até meados do século XX, o “cinturão agrícola” da cidade do Rio de Janeiro. Contudo, o processo de modernização da agricultura e as transformações mais amplas das relações econômicas passaram a exigir formas tecnificadas e de produção em massa que alteraram o lugar e a relevância dessa agricultura no conjunto de atividades econômicas no plano das grandes cidades.

Nestes termos, as feiras da zona oeste e Região Metropolitana têm oportunidades e restrições que são delimitadas pelos arranjos prévios que conformaram o mercado de orgânicos (MAZON, 2010) na cidade e pela posição estrutural de seus agentes (BOURDIEU, 2005) no contexto da atividade agrícola no município e no estado.

A oportunidade de participar das novas feiras orgânicas/agroecológicas para os agricultores dessas regiões se dá em um contexto de fragilidade das condições de produção e reprodução desta agricultura. Embora alguns já estivessem atuando em feiras convencionais, para outros, trata-se do primeiro espaço formal de comercialização, fruto da própria inserção em movimentos de agroecologia.

Na história de formação do mercado de orgânicos da zona sul, observa-se a existência de um público consumidor mais elitizado e a atuação de produtores com recursos culturais e econômicos que permitiram suportar as dificuldades iniciais de construção deste mercado (FERREIRA, 2013). Já na zona oeste, os agricultores são

⁸ Embora não seja orgânica, vários de seus participantes têm certificação orgânica e contam com a assessoria da ONG AS-PTA. A identidade da feira vinculada à agricultura familiar aponta, entre outros, aspectos que é o agricultor ou sua família que está comercializando os produtos, em contraste com as feiras convencionais, dominadas por intermediários.

desprovidos dos diferentes capitais necessários para iniciar novos mercados. Vivendo em condições de ameaça territorial, de abandono por instituições de assistência técnica e dificuldade de acesso a políticas públicas, ainda atendem nas feiras um público pouco sensibilizado para o consumo de alimentos ecológicos. O mercado, desta forma, acaba por expressar relações e condições de desigualdade estabelecidas em outras esferas da vida social.

Neste sentido, a criação de feiras orgânicas/agroecológicas nesses bairros e municípios confere novas dimensões simbólicas a esses territórios: a produção de alimentos saudáveis e com preços justos para consumidores menos favorecidos, a venda dos produtos em locais próximos de onde se planta, a segurança alimentar da comunidade local, a inserção do produtor no sistema agroalimentar – não apenas como fornecedor, mas também como consumidor –, o incentivo à cultura alimentar local, à diversidade de produção e ao autoconsumo.

Na zona oeste, portanto, ainda que as oportunidades de acesso ao mercado tenham sido estabelecidas pela certificação orgânica, é a agenda de temáticas agroecológicas que mobiliza os diversos agentes políticos. Fonseca (2005), neste sentido, ao considerar as distinções entre o enfoque orgânico e agroecológico, considera que o primeiro tende a valorizar mais a perspectiva do consumo, enquanto o movimento agroecológico tende a valorizar a perspectiva dos produtores (*farmers first*).

Os movimentos agroecológicos da mesma forma que buscam se adequar a alguns critérios de conformação e qualidade, buscando usufruir de oportunidades criadas nesses circuitos, o fazem muitas vezes questionando determinadas convenções que inviabilizam a participação dos agricultores familiares mais fragilizados. Sob esta perspectiva, se admite, em certos contextos, a comercialização de produtos em fase de transição agroecológica ou produtos limpos ainda que não certificados, mas garantidos com base em relações de confiança e em circuitos curtos de comercialização.

A conversão orgânica/agroecológica dos agricultores da zona oeste tem início com a participação de atores, organizações e instituições que aos poucos os inseriram em redes de atuação política e de acesso a mercados. Atores históricos na construção do mercado de orgânicos e movimentos agroecológicos na cidade e no estado, estes foram aos poucos se conectando por meio de suas organizações com as associações dos produtores da zona oeste e Região Metropolitana. Assim destaca-se, por exemplo, a certificação dos agricultores locais pela ABIO, a entrada dos agricultores da zona oeste nas feiras do

Circuito Carioca, assim como sua participação enquanto fornecedores e consumidores da Rede Ecológica⁹.

Frente ao discurso dos órgãos oficiais da Prefeitura sobre a inexistência de territórios rurais e da agricultura, há o empenho, por parte da Rede CAU, em construir uma realidade performática ao afirmar a existência de uma agricultura que se faz na cidade, se definindo, portanto, como uma agricultura urbana. Em sua carta política (2014), a Rede explicita o papel dos mercados como expressão da luta política:

Os agricultores da cidade do Rio de Janeiro produzem alimentos saudáveis em quantidade e qualidade adequada, condizentes com os valores culturais locais e regionais. A Rede Carioca de Agricultura Urbana tem a convicção que a segurança alimentar e nutricional é uma necessidade social básica e que esta faz parte das funções sociais da nossa cidade e deve ser um objetivo da política urbana e territorial. A agricultura carioca por décadas tem sido invisibilizada e junto com ela, também os agricultores, sua história, seus direitos, seus meios de vida. (...). Nossas vitórias traduzem que estamos presentes com autoria e representatividade. Seja ao integrar o Circuito Carioca de Feiras Orgânicas, seja em espaços de resistências, ou em pequenos circuitos de vendas. A avaliação da conformidade da produção orgânica se tornou uma realidade para nossos pares. Somos um Núcleo do Sistema Participativo de Garantia (SPG da ABIO, credenciado pelo Ministério da Agricultura). Assim vários agricultores têm seu certificado e, além disso, um quintal produtivo certificado também. Essa possibilidade nos qualificou e foi um passaporte para viabilizarmos nossos produtos não só na questão financeira, mas agregou valores e credibilidade dos consumidores.

Se o caminho político em defesa da agricultura no Rio de Janeiro se constrói pela afirmação da agricultura na cidade, já nos municípios da Região Metropolitana, embora incidam fenômenos da mesma natureza sobre o território – como a ameaça de desterritorialização por grandes empreendimentos e investimentos imobiliários –, há a afirmação por parte dos movimentos sociais de sua realidade rural e agrícola. Realidade esta endossada pela história de luta de seus assentamentos, pela existência de secretarias municipais de agricultura, de agentes de assistência técnica atuantes e comprometidos. O termo “feira da roça” fortalece esta representação, além de permitir um perfil diferenciado e local em relação aos produtos comercializados – da roça – (processados, queijos,

⁹ Grupo de compras coletivas de produtos orgânicos criado em 2001 e que possui nove núcleos de entrega em diferentes bairros da cidade do Rio de Janeiro e um no município de Nova Iguaçu. A Rede Ecológica se define como um movimento social afinado com os valores da agroecologia.

linguiças, produtos limpos e em processo de construção de sistemas de SPG). Certamente, esta representação do território não é compartilhada por grupos empresariais e políticos dominantes que definem este território como dotado de espaços vazios e já reservados a grandes empreendimentos urbanos e industriais.

Na Região Metropolitana, em 2007, a Comissão Pastoral da Terra (CPT) criou a Escolinha de Agroecologia de Nova Iguaçu como uma estratégia de reprodução da agricultura familiar e de incentivo à transição para práticas produtivas livres de agrotóxico por assentados e pequenos proprietários. No ano seguinte, a EMATER-Rio assumiu a coordenação pedagógica da Escolinha. Posteriormente, as parcerias se expandiram com a incorporação da ONG AS-PTA, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Agrobiologia), da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), do Ministério da Agricultura (Mapa), da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (PESAGRO-Rio) e da Federação da Pesca do Estado do Rio de Janeiro (FIPERJ) (STRAUCH *et al*, 2015).

A Feira da Roça de Nova Iguaçu, criada em 2006, e a Feira da Roça de Queimados, em 2010, são compostas por produtores que passaram pela Escolinha. A apresentação de produtos sem agrotóxicos pode ser entendida como um resgate da produção natural e uma oportunidade de atender à crescente demanda por alimentação saudável e cuidados com a natureza. De modo geral, podemos destacar a valorização da identidade do produtor orgânico e a recuperação de uma atividade historicamente praticada na região que foi perdendo espaço diante das representações urbanas, tensionadas pelos movimentos sociais ligados à agroecologia.

Voltando às feiras do Circuito Carioca, quando comparamos as feiras da zona sul da cidade com as feiras da zona oeste (do Circuito e fora dele), para além das questões de afirmação territorial, algumas diferenças chamam a atenção: as feiras da zona sul funcionam com até 35 barracas e são majoritariamente abastecidas por produtores da Região Serrana do Rio de Janeiro junto de alguns da zona oeste e Região Metropolitana. Pela diversidade de regiões representadas nas feiras e pela grande demanda dos consumidores, uma grande variedade de produtos pode ser encontrada.

Na zona oeste, as feiras têm entre oito e dez barracas. Pelas condições históricas de desenvolvimento desta agricultura (constrangida pela urbanização, pela criação de áreas ambientalmente protegidas e mesmo pelas alterações técnicas e produtivas das atividades agrícolas) houve uma crescente especialização no cultivo de banana e de caqui e

mantiveram-se as técnicas rústicas, assim como a presença de animais de carga. Embora outros alimentos sejam comercializados, são essas as principais culturas de mercado. Para os agricultores da zona oeste, participar das feiras orgânicas da zona sul tem uma importância simbólica de levar sua história e seus produtos para outros cantos da cidade. Nesses espaços, a especialização de culturas não é problema, já que há produtores de diferentes partes do estado.

Contudo, quando se trata de montar feiras mais locais, como são as feiras orgânicas do Rio da Prata, Feira Agroecológica de Campo Grande, da Freguesia e de Vargem Grande, os desafios de ofertar diversidade de produtos são maiores. Parte desta diversidade tem sido obtida com a participação de agricultores da região de Magé e Região Serrana. Mas é preciso que essas feiras também sejam interessantes do ponto de vista econômico para manter a presença desses feirantes que vêm de locais mais distantes.

Assim cabe perguntar em que medida essas novas oportunidades de mercados resultarão em novas formas de resistência e reinvenção desta agricultura extremamente ameaçada? Sabe-se que a alternatividade entre produção e autoconsumo, a menor dependência de produtos dos supermercados, entre outros, são alguns indicadores de equilíbrio dos meios de vida das famílias agricultoras. Contudo, há que se pensar se a projeção da banana e do caqui local permite aos agricultores acionar outros capitais (simbólicos, comerciais etc) que podem alavancar diferentes oportunidades de renda (tais como o turismo e a fabricação de produtos processados) e não necessariamente a diversificação da produção.

Agendas de Pesquisa-Ação

A partir da breve descrição do processo de construção social dos mercados orgânicos/agroecológicos territorializados da zona oeste e Região Metropolitana do Rio de Janeiro, apresentamos aqui algumas agendas de pesquisa-ação desenvolvidas pelo projeto *Fortalecimento da rede sociotécnica orientada aos sistemas agroalimentares da zona oeste e região metropolitana do rio de Janeiro*, com financiamento do CNPq pelo edital MDS/SESAN n.27/2012. Esse histórico de ações do projeto somado a cerca de dez anos do Projeto Profito¹⁰ e da atuação da Rede CAU, AS-PTA, além de outros coletivos,

¹⁰ O projeto Profito (Farmanguinhos/Fiocruz) teve como objetivo a capacitação e inserção dos agricultores do Maciço da Pedra Branca em um arranjo produtivo local voltado à produção de

resultaram em uma série de conquistas e, inclusive, na formação do Núcleo de Estudos em Ambiente, Território e Sistemas Agroalimentares (NEATS/UFRRJ), por meio do qual damos continuidade a algumas dessas ações. Descrevemos a seguir essas experiências.

Ao longo de uma década de estudo e mobilização neste território, diversas conquistas podem ser destacadas do ponto de vista do reconhecimento público desta agricultura e de seus agricultores. Podemos resumir essas ações a partir da fala de um agricultor, tomada como tema gerador no âmbito do Projeto Profíto: “como ser reconhecido como agricultor pelo governo?”. Diversas ações integradas buscaram fortalecer as práticas de associativismo, a atuação em redes (Rede CAU, AARJ, ANA¹¹), a representação em conselhos – tais como o conselho consultivo do Parque Estadual da Pedra Branca e o CONSEA¹² municipal – e a conquista de direitos políticos por meio da aquisição do documento Declaração de Aptidão ao Pronaf (DAP), que é uma espécie de reconhecimento formal da identidade de agricultor familiar, assim como permite o acesso a políticas públicas ligadas ao mercado institucional – como o PAA e o PNAE. Além disso, o reconhecimento de duas comunidades quilombolas nos limites do PEPB conferiu mais garantias para a legitimidade das práticas agrícolas que historicamente se mantêm em um território transformado em parque desde 1974.

A notoriedade crescente dos agricultores da zona oeste e Região Metropolitana pode ser constatada pelo aumento de reportagens impressas e virtuais retratando esta agricultura e a comercialização de alimentos limpos, assim como pela conquista do Prêmio “Maravilhas Gastronômicas”, conferido à banana do bairro de Vargem Grande, (na categoria “produtos da terra”), em concurso promovido pelo governo estadual e SENAC¹³.

No entanto, essas conquistas se realizam na mesma medida em que aumentam as ameaças para a reprodução social desta agricultura, seja pela possibilidade de perda dos territórios agricultáveis na cidade em função de grandes projetos viários, imobiliários

plantas medicinais e fitoterápicos. Tinha como princípio a gestão participativa e a adoção progressiva do sistema agroecológico de produção. Seus princípios metodológicos, aliados à necessidade de equacionamento de entraves jurídicos, institucionais e políticos para a viabilização do projeto, estimularam a aproximação com outros coletivos de luta pela agricultura de base familiar e urbana na região.

¹¹ Respectivamente: Articulação de Agroecologia do Rio de Janeiro e Articulação Nacional de Agroecologia.

¹² Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional.

¹³ Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial.

nesta região periurbana, seja pelo desmonte de secretarias e órgãos nas instâncias federais, estaduais e municipais ligadas à extensão rural, à segurança alimentar, à agricultura familiar e à agricultura urbana. O próprio Circuito Carioca de Feiras Orgânicas, viabilizado apenas por um Decreto, tem uma situação frágil em um cenário de novas eleições municipais.

Os processos descritos acima de politização do território e crescente projeção dos movimentos de agroecologia já constituem por si só os resultados das articulações em rede entre agricultores, grupos comunitários, técnicos e organizações. Entretanto, é preciso que este cenário panorâmico se traduza em indicadores mais precisos de descrição desta realidade sob uma perspectiva interdisciplinar e multidimensional para que, assim, possam contribuir para o estudo dos processos de longa duração que incidem sobre este sistema agroalimentar.

De igual maneira, a manutenção desses espaços de comercialização requer um esforço permanente de pesquisa e atuação em instâncias mais amplas das políticas públicas e, ao mesmo tempo, nos territórios. Da superação de gargalos relacionados à assistência técnica que permitam o acompanhamento dos produtores, à manutenção dos sistemas de garantia participativa, de planejamento da produção e de recuperação dos recursos do agroecossistema da propriedade, permitindo a longo prazo o equilíbrio ambiental e econômico desta pequena agricultura. Também são necessários o acompanhamento e a politização do debate sobre regras e normas que organizam os espaços públicos de comercialização e os vinculados aos alimentos orgânicos e agroecológicos.

Por outro lado, é importante salientar que a satisfação das necessidades técnicas, tecnológicas e materiais desses grupos não pode estar desvinculada de uma ação pedagógica com base em princípios horizontais de construção do conhecimento, de incentivo à autogestão, à participação e autonomia dos agricultores que, falando claramente, façam com que esses agricultores possam refletir sobre o tipo de mercado que buscam e também entender os processos em curso de ameaça a seus territórios, de apropriação ideológica de suas práticas e modo de vida que acabam por garantir interesses opostos.

Este posicionamento diz respeito ao que nos referimos anteriormente sobre a *práxis* agroecológica, na qual o compromisso com certos ideais de transformação social norteia as práticas de extensão e, por conseguinte, de pesquisa, já que pressupõe não apenas a

devolução do conhecimento produzido, como também a criação de situações de pesquisa (reuniões, festas, seminários e atividades de campo), nas quais o técnico-pesquisador sistematiza o conhecimento junto com os grupos comunitários envolvidos nos projetos.

As ações desenvolvidas no Projeto *Fortalecimento da rede sociotécnica orientada aos sistemas agroalimentares* (...) e posteriormente no NEATS, focaram suas atividades teórico-metodológicas na área de comunicação e ciência da informação¹⁴, buscando acompanhar e intervir sobre as formas de interação entre conhecimento científico e local e sobre a circulação de diferentes discursos e sentidos sociais produzidos nas feiras: nas estratégias de comunicação entre agricultores e consumidores, nas diferentes formas de perceber o que é orgânico e o que agroecológico, nos sentidos que circulam nas embalagens e anúncios, nos movimentos em rede e em reportagens sobre a agricultura local. Mas, sobretudo, nas relações desiguais que se produzem a partir da centralidade de regras e normas de comercialização, processamento, embalagens e de usos de plantas que colocam os agricultores em situações de desigualdade neste mercado simbólico da comunicação (ARAUJO, 2004).

Assim, no âmbito do Projeto, procurou-se o fortalecimento das iniciativas de produção, circuitos de comercialização e consumo de alimentação local, no campo simbólico e cultural, dando visibilidade às suas necessidades de infraestrutura e logística (terra, transporte, aspectos jurídicos e contábeis).

Outro objetivo do Projeto foi implantar ações de educação alimentar e nutricional (EAN) no ambiente das feiras, em comunidades locais e em uma unidade escolar com base na cultura alimentar local, articulando conhecimentos técnico-científicos e saberes populares na promoção do desenvolvimento territorial. O Colégio Estadual de ensino médio Professor Teófilo Moreira da Costa, localizado em Vargem Grande, e que adquire parte de sua alimentação com os produtos locais e orgânicos da agricultura familiar (pelo PNAE), também foi espaço de atividades de educação alimentar e nutricional e de debates sobre agricultura e território. Uma série de atividades culturais, portanto, reforçaram laços identitários dos alunos com o lugar e os modos de vida locais e politizaram temas relacionados à alimentação dos alunos, às contradições do bairro e aos problemas enfrentados pela agricultura local.

¹⁴ Outros parceiros atuam de forma mais especializada em atividades de orientação técnica aos cultivos e atividades de SPG.

Outra dimensão importante, foi a produção de um diagnóstico sobre a participação da rede sociotécnica de cooperação no sistema agroalimentar da zona oeste da cidade do Rio de Janeiro e sua relação com a Região Metropolitana. Um primeiro resultado disso foi a tradução desta rede em termos socioespaciais, delineando: as instituições e suas ações no território; os circuitos locais de comercialização; o estudo sobre conhecimentos tradicionais relacionados à agrobiodiversidade e cultura alimentar local; e os principais produtos agroindustriais, suas potencialidades e dificuldades e viabilidade de novos produtos.

A análise dos romaneios da Feira da Freguesia permitiu um registro do movimento de dois anos de feira, da variedade e demanda de produtos e do desempenho de cada feirante. Na atualidade, procura-se articular esses dados levando-se em conta múltiplas estratégias dos produtores para a manutenção do ponto, de organização familiar do trabalho, de suas condições de transporte, de gestão do tempo e expectativas futuras de produção.

Considerações Finais

Ao descrever as relações entre mercado, agroecologia e território, procuramos demonstrar como esses elementos estão interligados na própria constituição do movimento agroecológico. A breve descrição do processo de construção social das feiras orgânicas/agroecológicas do Rio de Janeiro demonstra a importância política dos mercados territorializados. Ao falar de agendas de pesquisa-ação relacionadas a este campo, procuramos também fazer uma reflexão sobre as possibilidades de articulação entre atividades de extensão (comprometidas com a transformação social) e aquelas de pesquisa. Promover um debate sobre o que estamos falando, em termos axiológicos, quando usamos o termo agroecologia, é uma condição importante em ambientes de formação profissional e acadêmica orientados a este tema. Não só porque determina as formas de intervenção sobre a realidade, mas também porque este lugar é determinante na escolha de valores que orientam nosso olhar na construção dos problemas de investigação científica.

Se por um lado, prática e teoria mutuamente se alimentam no fazer da pesquisa-ação, não se deve confundir a dimensão utópica dos movimentos, o seu vir-a-ser – ou a face externa com a qual se apresenta e contrasta a outros movimentos –, com a forma

concreta com que os mercados, territórios e redes de participação política se constituem frente a esses valores em disputa, produzindo permanentes contradições. Ao estudar essas realidades, é preciso estar atento aos sentidos que os diferentes atores (agricultores, técnicos, consumidores, mídia, agentes de políticas públicas) atribuem às suas práticas e classificam os diferentes tipos de mercado, como definem o que é orgânico, agroecológico e como formulam suas estratégias. E, sobretudo, é preciso buscar indicadores multidimensionais que sejam capazes de avaliar os resultados sociais, econômicos e ambientais de um sistema agroalimentar de base agroecológica.

Referências

ALMEIDA, A. W. B. Terras tradicionalmente ocupadas: processos de territorialização e movimentos sociais. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v. 6, n. 1, p. 9–32, 2004.

ARAÚJO, I. S. O Mercado simbólico: um modelo de comunicação para políticas públicas. **Interface - Comunicação, Saúde, Educação**, v. 8, n. 14, p. 165–177, 2004.

BAPTISTA, S. R. N. **Práticas de comunicação na produção e consumo de plantas medicinais: a relação entre Interface informação científica e conhecimento tradicional**. Orientadora: Paula Xavier dos Santos. 2014. 224 f. Dissertação (Mestrado em Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde). Fiocruz. Rio de Janeiro, 2014.

BOURDIEU, P. **O poder simbólico**. Lisboa: Difel, 2006. _____. O campo econômico. **Revista Política e Sociedade**, v. 6, p. 15–57. 2005.

_____. O campo econômico. **Revista Política e Sociedade**, v. 6, p. 15–57, 2005.

BRANDENBURG, A. Movimento agroecológico: trajetória, contradições e perspectivas. **Desenvolvimento e Meio ambiente**, n. 6, p. 11–28, 2002.

Carta Aberta da Rede Carioca de Agricultura Urbana. **Site Articulação de Agroecologia do rio de Janeiro**, 2014. Disponível em: <https://aarj.wordpress.com/2014/12/14/carta-aberta-da-rede-carioca-de-agricultura-urbana/>. Acesso em: 15 set. 2016.

COMUNELLO, F. J. Movimentos sociais, agroecologia e circuitos no capitalismo. **Ruris**, v. 6, n. 1, p. 45–72, 2012.

ESTERCI, N.; SCHWEIKARDT, K. Territórios amazônicos de reforma agrária e de conservação da natureza. **Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Humanas**, v. 5, n. 1, p. 59–77, 2010.

FERNANDEZ, A. C. F; FERREIRA, F. S. Mercado de produtos orgânicos e agroecológicos: disputas e apropriações ideológicas. *In: Encontro da Associação*

Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ciências Sociais, 39., 2015, Caxambu. **Anais...**, Caxambu: Anpocs, 2015.

FERREIRA, J. Os agentes da construção política de mercados. **Illuminuras**, v. 14, n. 33, p. 87–99, 2013.

FONSECA, M. F. A. C. **A institucionalização dos mercados de orgânicos no mundo e no Brasil: uma interpretação**. Orientador: John Wilkinson. 2005. 476 f. Tese (Doutorado em Ciências Sociais, Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2005.

GEIER, B. Organics: local, regional, global? **IFOAM Ecology & farming magazine**, 2008. Disponível em: <https://www.colabora-together.de/app/download/6216734751/ENGL+Slow.pdf?t=1484329220>. Acesso em: 14 set. 2016.

Charte Qualité Agroécologique 2010-2020. Site oficial Mcdonald's França. Disponível em: <https://www.mcdonalds.fr/documents/10192/17640/Charte+Qualit%C3%A9%20Agro%C3%89cologique/4b4f2780-f62b-4512-928c-77f6d12d6738CharteEcologique>. Acesso em: 10 abr. 2015.

MAZON, M. Padrões de Qualidade e Segurança Alimentares no Terreno Institucional Brasileiro. **Revista Dados**, v. 52, n. 4, p. 1003–1045, 2010.

MENDONÇA, L. F. **Agroecologia como Estratégia para o Desenvolvimento Socioespacial do Espaço Rural Fluminense: Políticas públicas sustentáveis, pesquisa e ensino integrados no estado do Rio de Janeiro**. Orientador: Augusto Cesar Pinheiro da Silva. 2008. Monografia (Graduação em Geografia), Departamento de Geografia. Pontifícia Universidade Católica-RJ. 2008.

SAQUET, M. A. Agricultura camponesa e práticas (agro)ecológicas: abordagem territorial histórico-crítica, relacional e pluridimensional. **Mercator**, v. 13, n. 2, p. 125–143, 2014.

DORVILLÉ, R. De agricultores familiares a empreendedores agroecológicos. **Agência Sebrae de Notícias**, 2015. Disponível em: <http://www.rn.agenciasebrae.com.br/sites/asn/uf/RN/de-agricultores-familiares-a-empreendedores-agroecologicos,3984528b6489d410VgnVCM1000003b74010aRCRD>. Acesso em: 15 set. 2015.

STRAUCH, G. *et al.* Feiras da roça: desvelando a agricultura familiar da região metropolitana do Rio de Janeiro. **Revista Agriculturas**, v. 9, n. 2, p. 1–6, 2012.

TEISSERENC, P.; TEISSERENC, M. J. S. A. Território de ação local e de desenvolvimento sustentável: efeitos da reivindicação socioambiental nas ciências sociais. **Revista de Sociologia e Antropologia**, v. 4, n. 1, p. 97–125, 2013.

WEBER, M. A objetividade do conhecimento nas ciências sociais. *In*: COHN, G. (Org.), FERNANDES, F (Coord.). **Weber**. São Paulo: Ática, 1991.

ZELIZER, V. Dualidades perigosas. **Revista Mana**, v. 15, n. 1, p.237–256, 2009.