

CIÊNCIAS AGRÁRIAS

ISBN: 978-85-68205-22-8

Ética do cuidado, legislação e tecnologia na agropecuária

Organizadores

Maximiliane Alavarse Zambom

Odair José Kuhn

Nardel Luiz Soares da Silva

José Renato Stangarlin

Ricardo Vianna Nunes

Vanice Marli Fülber

Cinthia Eyng

2017



CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Ética do cuidado, legislação e tecnologia na agropecuária

Organizadores

Maximiliane Alavarse Zambom

Odair José Kuhn

Nardel Luiz Soares da Silva

José Renato Stangarlin

Ricardo Vianna Nunes

Vanice Marli Fülber

Cinthia Eyng

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Marechal Cândido Rondon
Dezembro/2017

Copyright © Centro de Ciências Agrárias/ Unioeste
1ª Edição 2017

Organização:
Maximiliane Alavarse Zambom
Odair José Kuhn
Nardel Luiz Soares da Silva
José Renato Stangarlin
Ricardo Vianna Nunes
Vanice Marli Fülber
Cinthia Eyng

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Rau Pernambuco 1777, Centro
85.960-000 – Marechal Cândido Rondon – PR – Brasil
Fone: (45) 3284 7878
www.unioeste.br

Reitor
Paulo Sergio Wolff

Diretor do Campus de Marechal Cândido Rondon
Davi Felix Schreiner

Diretor do Centro de Ciências Agrárias
Nardel Luiz Soares da Silva

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca da UNIOESTE – Campus de Marechal Cândido Rondon – PR., Brasil)

C569	Ciências agrárias: ética do cuidado, legislação e tecnologia na agropecuária / Organizado por Maximiliane Alavarse Zambom et al – Marechal Cândido Rondon, 2017. 228 p.
	ISBN:
	1. Extensão rural. 2. Desenvolvimento rural. 3. Produção animal. 4. Produção vegetal. 5. Sustentabilidade. 6. Meio ambiente. I. Zambom, Maximiliane Alavarse et al. II. Título.
	CDD – 22.ed. 630 CIP-NBR 12899

Ficha catalográfica elaborada por Marcia Elisa Sbaraini Leitzke CRB-9ª/539

ISBN: 978-85-68205-22-8

Capa elaborada por: Odair José Kuhn
Contracapa: Biblioteca da Unioeste, *Campus* de Marechal Cândido Rondon/PR

APRESENTAÇÃO

A agropecuária é base da economia brasileira representando 21,5% do produto interno bruto (PIB), sustentando a nação mesmo diante das severas crises econômicas ocorridas nos últimos anos. O desenvolvimento agropecuário não seria possível sem investimento em ciência e tecnologia e ensino.

Neste contexto a Universidade Estadual do Oeste do Paraná, através de seu Centro de Ciências Agrárias tem desenvolvido o Congresso de Ciências Agrárias da União (Seciagra) que na sua oitava edição propôs debater assuntos relacionados ética do cuidado, legislação e tecnologia, reunindo pesquisadores, professores e técnicos especializados que compartilharam seus conhecimentos no VIII SECIAGRA – Congresso de Ciências Agrárias da União conjuntamente com o V ERCA – Encontro Regional de Controle Alternativo de Pragas e Doenças e o III ENEA – Encontro Estadual De Núcleos De Estudos Em Agroecologia ocorrido no mês de junho de 2016. Deste encontro elaborou-se esta obra agrupando a maioria das palestras na forma de capítulos sendo uma preciosa fonte para consultas.

Nesta obra são abordados temas como ética, meio ambiente e desenvolvimento rural: questões que desafiam as ciências agrárias no Brasil, sucessão familiar na propriedade agrícola, cooperativismo, legislação agrária e ambiental, legislação brasileira para a biodiversidade, segurança alimentar e contaminação de alimento, manejo de fitopatógenos, produtos fitossanitários biológicos e alternativos, manejo cultural de fitopatógenos de solo, bactérias promotoras de crescimento vegetal e adubação silicatada em milho.

O objetivo desta obra é manter disponível os assuntos debatidos no VIII SECIAGRA, V ERCA e III ENEA, valorizando o trabalho desenvolvido pelos pesquisadores, professores, tornando a informação da pesquisa disponível para consulta pelas comunidades acadêmica, técnica e rural fomentando a formação continuada exigida pelo mercado de trabalho nos ramos das Ciências Agrárias.

SUMÁRIO

1	Ética, meio ambiente e desenvolvimento rural: questões que desafiam as ciências agrárias no Brasil	1
	Wilson João Zonin; Alvorí Ahlert; Carlos Alberto da Silva; Adriana Maria de Grandi; Nardel Luiz Soares da Silva; Valdecir José Zonin; Vanice Marli Fülber	
2	O jovem rural e as perspectivas da sucessão nas propriedades de agricultura familiar	36
	Nardel Luiz Soares da Silva; Luis Carlos Lunardi; Pedro Celso Soares da Silva; Wilson João Zonin; Vanildo Heleno Pereira; Keli Lucí Rocha; Janete Maragno Madureira; Luis Alves Feitosa Filho; Gilson Martins	
3	Agricultura familiar, cooperativismo de crédito solidário e crédito rural: um processo interinstitucional objetivando o desenvolvimento rural	54
	Dirceu Basso; Nardel Luiz Soares da Silva; Wilson João Zonin; Vanildo Heleno Pereira.....	
4	A responsabilidade dos agricultores e dos técnicos para a efetivação da legislação ambiental	74
	Nardel Luiz Soares da Silva; Pedro Celso Soares da Silva; Vanildo Heleno Pereira; Adriana Maria De Grandi; Wilson João Zonin; Dirceu Basso	
5	Contaminantes em alimentos de origem animal: leite e carne de bovinos	98
	Daniele Cristina Silva-Kazama; Ricardo Kazama	
6	Segurança alimentar e nutricional (SAN): direito de todos e dever de cada um	109
	Jaciara Reis Nogueira Garcia; Irene Carniatto	
7	A legislação brasileira para a biodiversidade e produtos biológicos: importância e impactos	118
	José Eduardo Marcondes de Almeida	
8	Produtos fitossanitários biológicos disponíveis para agricultura e perspectivas de novos produtos.	124
	Danielle Mattei; Nicanor Pilarski Henkemeier; Anderson Luis Heling; Eloisa Lorenzetti; Odair José Kuhn; José Renato Stangarlin	
9	Produtos fitossanitários não biológicos alternativos disponíveis e potenciais para agricultura.	155
	Edilaine Della Valentina Gonçalves-Trevisoli; Omari Dângelo Forlin Dildey; Bruna Broti Rissato; Sidiane Coltro-Roncato; Laline Broeto; Tulya Fernanda Barrientos Webler; Odair José Kuhn; José Renato Stangarlin	

10	Manejo cultural de fitopatógenos do solo	178
	Omari Dângelo Forlin Dildey; Sidiane Coltro-Roncato; Edilaine Della Valentina Gonçalves-Trevisoli; Bruna Broti Rissato; Laline Broeto; Tulya Fernanda Barrientos Webler; José Renato Stangarlin; Odair José Kuhn	
11	Bactérias Promotoras de Crescimento Vegetal: da FBN à regulação hormonal, possibilitando novas aplicações	192
	Vandeir Francisco Guimarães; Andre Gustavo Battistus; Aline Kelly Pomini de Souza; Lucas Guilherme Bulegon; Luiz Claudio Offemann; Adriano Mitio Inagaki	
12	Adubação silicatada na cultura do milho	213
	Marcos Vinicius Mansano Sarto; Leandro Rampim; Jean Sérgio Rosset; Maria do Carmo Lana	

Capítulo 1

Ética, meio ambiente e desenvolvimento rural: questões que desafiam as ciências agrárias no Brasil.

Wilson João Zonin¹

Alvori Ahlert²

Carlos Alberto da Silva³

Adriana Maria de Grandi⁴

Nardel Luiz Soares da Silva⁵

Valdecir José Zonin⁶

Vanice Marli Fülber⁷

¹Prof. Centro de C. Agrárias Unioeste. MCR - Dr. Meio Ambiente e Desenvolvimento Rural.

²Prof. Centro de C. Humanas, Educação e Letras da Unioeste. MCR - Dr. Teologia.

³Prof. Centro de C. Sociais e Aplicadas da Unioeste. Foz do Iguaçu MsC Direito.

⁴Profª. Centro de C. Agrárias da Unioeste. MCR – Drª. Engenharia Agrícola.

⁵Prof. Centro de C. Agrárias da Unioeste. MCR - Dr. Desenvolvimento Rural.

⁶Prof. Universidade Federal da Fronteira Sul. Campus de Erechim Dr. Agronegócios.

⁷Profª. Centro de Ciências Agrárias da Unioeste. MCR – Doutoranda em Zootecnia.

Introdução

As ciências Agrárias compõem uma área multi e interdisciplinar, que na Unioeste de Marechal Cândido Rondon é formada pelos Cursos de Graduação em Agronomia e Zootecnia e na Pós-Graduação stricto sensu em nível de Mestrado e Doutorado: de Agronomia, Zootecnia e Desenvolvimento Rural Sustentável.

A atuação destes profissionais no mercado regional, nacional e internacional, em ensino, pesquisa e extensão, despertou a necessidade de aprimorar constantemente o conhecimento técnico, social, humano e ambiental de sua comunidade acadêmica, visando o repensar constante da formação, o atendimento adequado das demandas da sociedade, o

exercício crítico da profissão, equilibrando as dimensões: econômica, social e ambiental, cultural, política e ética.

Nesta perspectiva o VIII Congresso de Ciências Agrárias cumpriu importante papel, ao pautar o tema da ética do cuidado, como centro das discussões, estimulando o debate sobre o papel das Ciências Agrárias da Unioeste na formação de profissionais que cuidem do desenvolvimento rural, oferecendo uma oportunidade de questionamento sobre o papel que a Universidade precisa exercer na atualidade.

Boaventura Sousa Santos (2011, p.73) destacou que a Universidade no Século XXI precisava ser reformada, *“reconquistando a sua legitimidade”*, reforçando sua responsabilidade social, criando uma nova institucionalidade, democratizando seu acesso e dando uma nova centralidade às atividades de extensão, com implicações nos currículos e nas carreiras docentes, *“concebendo-as de modo alternativo ao capitalismo global”*, participando ativamente na construção da coesão social, no aprofundamento da democracia, na luta contra a exclusão social e a degradação ambiental, na defesa da diversidade cultural.

A Universidade pública brasileira, após a constituição de 1988 e da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional LDB de 1996, ofereceu condições democráticas para a prática da Autonomia Universitária, da indissociabilidade entre Ensino, Pesquisa e Extensão, inserindo-se no desenvolvimento de cada região. As políticas públicas de educação, ciência e tecnologia do Estado do Paraná e do Brasil, implantadas nos governos democráticos a partir de 2003 fortaleceram este o papel social, científico-tecnológico e, pedagógico da Universidade. Destacamos aqui a nossa participação na construção de alguns destes Programas: Universidade Sem Fronteiras (USF/PR), Cultivando Água Boa (CAB/BP3/PR) e o PROEXT (Programa Nacional de Extensão Universitária – MEC/BR). Estes programas de Extensão Universitária honram a patronesse dada ao maior educador brasileiro – Paulo Freire.

Freire (1996) sistematizou todas as suas obras na *“pedagogia da autonomia”*, destacando que ensinar exige: estética e ética, bom senso, apreensão da realidade, alegria e esperança, convicção que a mudança é possível, competência profissional e generosidade, comprometimento, compreender que educar é uma forma de intervir no mundo, com liberdade e autonomia, disponibilidade para o diálogo, enfim, que educar é uma especificidade humana. Por isto, a discussão acadêmica em eventos tem sido importante para que cada Profissional em formação possa desenvolver sua autonomia.

Destacou também, que a educação é uma relação que se constrói entre sujeitos, que a educação pode ser para a domesticação e alienação, ou, para a liberdade. De acordo com Freire (2008) uma educação para um homem-sujeito implicará em uma sociedade também sujeito. Paulo Freire apontou para o uso de uma pedagogia que começa pelo diálogo, pela

comunicação, por uma nova relação humana que possibilite ao próprio povo a elaboração de uma consciência crítica do mundo em que vive.

[...] educar e educar-se, na prática da liberdade, é tarefa daqueles que sabem que pouco sabem – por isto sabem que sabem algo e podem assim chegar a saber mais – em diálogo com aqueles que, quase sempre, pensam que nada sabem, para que estes, transformando seu pensar que nada sabem em saber que pouco sabem, possam igualmente saber mais. (FREIRE, 1977, p. 25)

A crise ecológica que vivemos na atualidade, a mudança de matriz energética, as mudanças climáticas, a crise da água, a crise social evidenciada nas profundas desigualdades, nos fazem refletir sobre nossas atitudes, o que permitimos que se faça, o que ensinamos fazer. A crise socioambiental tem nos induzido a construir uma mudança de paradigma, a questionar os valores que movem o “progresso” econômico, a questionar o que sabemos sobre a vida, a natureza da vida e da sociedade.

Sabemos muito pouco sobre a natureza, refletimos pouco sobre os princípios que ela desenvolveu para sustentar a vida, vivemos uma sociedade em trânsito, num período em que descobrimos que a vida da espécie humana está ameaçada, que estas ameaças estão relacionadas às profundas alterações provadas pela humanidade, pela forma e pelos critérios de intervenção do homem na natureza, por termos tratado a natureza como um mero objeto à serviço do homem. Isto reforça a necessidade de repensarmos a relação a ser estabelecida com a natureza, formando um novo pacto, construindo uma nova ética.

A relevância da ética em nossas vidas pode ser percebida pela importância que os primeiros filósofos gregos canalizaram em suas reflexões para o “bom agir”. A ética traz no interior a energia inquietação, porque faz com que reflitamos em nossa conduta, tanto nas relações sociais como nossa convivência com a natureza.

O nascimento da ética ocorre no contexto do tensionamento. Enquanto os filósofos pré-socráticos buscavam a *arché* (substância fundamental que deu origem a tudo), a geração socrática se vê provocada pelos sofistas. Esses eram mercenários e estavam preocupados em ensinar seus alunos a argumentarem em público, sem preocupações com o conteúdo. O que deixa ainda mais perplexo Sócrates, seu discípulo Platão e seu aluno Aristóteles é que para os sofistas, os valores eram relativos, tudo depende do momento histórico.

Esses três filósofos se rebelam e travam uma dura luta de argumentos com os sofistas. Para o trio grego, quando se argumenta deve ter preocupação com o conteúdo do argumento. Ou seja, quais são os valores que está se repassando com o argumento que está sendo proferido. Nesse sentido, a ética está preocupada com o comportamento das pessoas, ou

seja, o “bom agir”. Se de um lado todas as pessoas buscam a felicidade, ela deverá ser alcançada com justiça.

Como visto, a questão ética remonte ao período de Aristóteles, há mais de 2500 anos, de acordo com Cortela (2013)¹, tem sido na atualidade associada ao conjunto de valores e princípios que usamos para decidir questões da nossa vida: o que queremos, devemos ou podemos fazer. Karnal (2015)² destacou o significado de ética como aquilo que é melhor, mais correto, como virtudes que precisam ser adquiridas com o hábito e precisam ser ensinadas. Associando as ideias de Mário Cortela, Leandro Karnal e Leonardo Boff, analisaremos alguns elementos na discussão do modelo de desenvolvimento rural brasileiro.

Boff (2012) destacou a dimensão ética do cuidado, destacando que a tradição filosófica que vem dos antigos romanos e que culminou em Martin Heidegger define o ser humano pelo cuidado. Que esta compreensão se cristalizou na Carta da Terra, um documento planetário de grande repercussão, que garantiu em um dos seus eixos norteadores o propósito de “Cuidar das Comunidades de Vida”.

Neste contexto, do papel social da Universidade, da pedagogia da autonomia, da agenda ambiental para a sustentabilidade, da mudança de paradigma em curso e da emergência da dimensão ética do cuidado, nos propomos neste texto, provocar uma reflexão entre os grandes questionamentos éticos relacionados ao desenvolvimento rural e agrário brasileiro, que estão destacados no “muro de lamentações”, bem como, das ações que alimentam os sonhos e as esperanças do desenvolvimento na perspectiva da ética do cuidado e da bioética.

No esforço para compreender o fenômeno societário, acreditava-se no passado, que a forma de pensamento reducionista seria suficiente para compreendê-lo. Dessa forma, havia aqueles que defendiam que a convivência harmoniosa da sociedade estaria vinculada aos valores ou ideais coletivos. Já para outro segmento do pensamento entendia que a harmonia poderia ser assegurada pelas instituições de poder. Finalmente a terceira corrente assegurava que o entendimento residia nas condições materiais que assegurassem a subsistência de seus membros em sociedade. Essa três formas de interpretação da vida social, podem ser classificadas, em apurada síntese de idealista, realista e materialista.

Essa decomposição para compreensão do fenômeno social é reconhecida por uma considerável parcela de pesquisadores da sociedade como insuficiente. Para que possamos compreender a organização da vida social é necessário olharmos para sua totalidade. Essa visão holística, que se opõe a reducionista, se propõe a analisar os diversos pontos da sociedade que de forma quase imperceptível se tocam e que irradiam diversas relações,

¹ <https://www.youtube.com/watch?v=vjKaWIEvyyU> Entrevista no programa do Jô Soaes, 26/09/2013.

² <https://www.youtube.com/watch?v=-lto47d29JI> 28/11/2015.

negativas ou positivas no meio social. Esse método holístico de leitura da organização social é chamado por uma parte do pensamento contemporâneo de sistema.

[...] denomina sistema todo objeto que só pode ser apreendido pelo pensamento, conjuntamente, em sua estrutura holística e em sua realidade funcional. Em um sistema, o todo é, em certo sentido, superior à soma de suas partes componentes, pois esta mantém sempre, entre si, um relacionamento dinâmico, de tal sorte que, modificada qualquer das partes, modifica-se inevitavelmente o todo. (COMPARATO, 2006, p. 20)

Portanto o presente artigo recorrer a dois métodos, os quais estão intimamente interligados, quais sejam: o sistêmico e o histórico. A análise é hermenêutica, no contexto de uma pesquisa bibliográfica e documental. O objetivo é elencar e ilustrar os questionamentos, presenças e ausências das questões éticas no Desenvolvimento Rural e apontar questões para a perspectiva do Desenvolvimento /rural Sustentável.

O muro de lamentações: questionamentos éticos na agricultura e no rural brasileiro.

A história da agricultura remonta aos primórdios do desenvolvimento da sociedade humana. Da luta pela sobrevivência da espécie humana à explosão demográfica e à crise ambiental da atualidade, alguns episódios foram marcantes e reveladores dos padrões comportamentais e objetivos que prevaleceram em cada período ou época da história.

Mazoyer e Roudart (2001) nos revelaram que a humanidade deixou alguns rastros de destruição em várias regiões do planeta. Em especial a região da mesopotâmia, considerada berço da agricultura, que hoje é um deserto. O homem que havia encontrado a fórmula para superar o nomadismo, através da agricultura, não encontrou a saída para superar a degradação ambiental, ocasionada pela forma de intervir na natureza.

Passados alguns séculos, herdamos uma longa crise da sociedade europeia, de base agrária e política feudal. Este período foi marcado por muitas disputas por espaço e poder, por muitas crises, e por desigualdades econômicas e sociais. Esta sociedade europeia, arcaica e conservadora, procurou manter os privilégios e as desigualdades explorando novos territórios, exportando seu domínio e seus padrões organizacionais para a América e para a África, organizando uma nova sociedade e comércio mundial, baseados no mercantilismo, na exploração dos povos e da natureza nas regiões conquistadas.

Darci Ribeiro, Buarque de Holanda, Caio Prado Júnior, Celso Furtado, Josué de Castro, Alberto Passos Guimarães, Paul Singer, Antônio Cândido, explicaram as raízes da sociedade brasileira, a construção do nosso “desenvolvimento”, principalmente os fundamentos do nosso sub-desenvolvimento.

A opção pelo mercado exportador e pela exploração socioambiental gerou uma série de questionamentos e dívidas, sobre a ausência de cuidados com as pessoas e a natureza. Destacamos a seguir, o nosso “muro de lamentações”³ sobre alguns dos fatos que marcam os primeiros cinco séculos de ocupação e formação da civilização brasileira: a dizimação dos povos indígenas; a escravização de negros e índios, as monoculturas voltadas à exportação; a destruição de biomas e da biodiversidade; a degradação de solos, da água e a desertificação; a contaminação pelos agrotóxicos; o êxodo rural; os transgênicos; a concentração da terra e o flagelo da fome.

Dizimações de povos indígenas

Quando os Colonizadores portugueses chegaram ao Brasil em 1500, estima-se que a população de nativos estivesse em cerca de 5 milhões. Pesquisas antropológicas realizadas no Estado do Piauí comprovam a presença do povo indígena há 50 mil anos no nosso continente, e deste período até o ano de 1500 viviam em grupos e territórios, se alimentavam da farta caça e pesca, bem como da agricultura, produziam milho, mandioca, pimentas, entre outras plantas e domesticaram animais. Ribeiro (1995), Stédile (2011).

Apesar de aparentemente “protegida” por muitas Leis, esta população foi dizimada por doenças trazidas pelos conquistadores, pelo desgaste do trabalho escravo e pelas mortes em guerras, sendo reduzidas a cerca de 150 mil pessoas no Século XX. Embora a partir de 1980 esta tendência tenha invertido e tenhamos alcançado em 2010 uma população de 817.963 brasileiros que se autodeclararam indígenas. BRASIL (2012a)⁴.

O povo brasileiro pagou, historicamente, um preço terrivelmente alto em lutas das mais cruentas de que se tem registro na história, sem conseguir sair, através delas, da situação de dependência e opressão em que vive e peleja. Nessas lutas, índios foram dizimados e negros foram chacinados aos milhões, sempre vencidos e integrados nos plantéis de escravos. O povo inteiro, de vastas regiões, às centenas de milhares, foi também sangrado em contra-revoluções sem conseguir jamais, senão episodicamente, conquistar o comando de seu destino para reorientar o curso da história. (RIBEIRO, 1995. p.143).

De acordo com Görgem (2017) os índios brasileiros tinham seu jeito de viver e produzir, alimentando-se da caça, da pesca, da coleta e dos cultivos de mandioca e milho. No

³ O muro das lamentações, chamado pelos judeus de muro ocidental, localizado na velha Jerusalém, foi construído no governo de Herodes. Trata-se de um lugar sagrado aos judeus onde realizam suas orações e tem o costume de deixar depositado nas fendas do muro, pequenos papéis com seus pedidos. Ao utilizar essa expressão nesse texto, é feito no sentido de denúncia das condutas humanas que colocam em risco todas as espécies de vida, as quais devem ser revistas para assegurar o direito à vida para as gerações futuras.

⁴ https://ww2.ibge.gov.br/indigenas/indigena_censo2010.pdf

sul do Brasil fundaram a República Guarani, onde a propriedade era comunitária e a economia funcionava para o bem de toda a sociedade. Fundaram sete cidades, chamadas sete povos das missões.

Nos sete povos, além da pesca, caça, coleta, e do cultivo do milho e mandioca, os guaranis cultivavam a erva-mate, o feijão, hortaliças as mais diversas, e criavam gado. Foram justamente as enormes e ricas estâncias coletivas de gado dos guaranis que despertaram a cobiça dos espanhóis e portugueses que atacaram a República Guarani e a destruíram. A guerra guaranítica durou seis anos. Os índios resistiram heroicamente sob comando do cacique Sepé Tiaraju. Lutaram bravamente contra os exploradores e tombaram gritando “ESTA TERRA TEM DONO” em fevereiro de 1756. (GÖRGEM, 2017, p. 36)

Foi através da mobilização de diversas entidades apoiadoras as comunidades indígenas, como o Conselho Indigenista Missionário (CIMI), que os primeiros moradores obtiveram considerável avanço de proteção de seus direitos na constituição de 1988. Além de outros dispositivos legais dispersos na Carta Magna, especial menção merece o artigo 231 onde fica expressamente reconhecido “sua organização social, costumes, línguas, crenças e tradições, e os direitos originários sobre as terras que tradicionalmente ocupam”. Portanto abandona-se a concepção assimilacionista e firma o reconhecimento de sua própria cultura. Também o direito originário sobre a terra.

Ainda que se tenha obtido consideráveis avanços legais de proteção às comunidade indígenas na constituição de 1988 a concretização não acontece. A constatação é que muitos processos de estudos e demarcações avançaram, outros permaneceram parados, aguardando boa vontade política. Diversos territórios ocupados historicamente pelos indígenas são atualmente regiões de conflito, com pressões da exploração madeireira, do garimpo ilegal, da mineração de grande porte que vem sendo discutida pelo Congresso Nacional, pela construção de grandes obras (como a usina de belo monte).

Se de um lado o índio faz da floresta um lugar sustentável, de outro, as pressões sobre seu modo de vida levam ao desmatamento, à degradação dos solos e dos rios, à perda da biodiversidade, e à alteração do clima. Por isto a demarcação das terras indígenas é um passo fundamental para a resolução dos conflitos, favorecendo a reorganização sociocultural e ambiental destes povos, que muito tem a nos ensinar sobre a vida e um futuro sustentável, para um desenvolvimento sustentável.

Do ponto de vista da questão ética, fica aqui a **primeira lamentação**, sobre a selvageria e a maldade com que foram e são tratados os povos ancestrais, os povos originários, portadores de uma sabedoria socioambiental valiosa, verdadeiras bibliotecas públicas sobre a natureza e a vida. Em um período onde as certezas chegaram ao fim, um novo conhecimento para o desenvolvimento sustentável necessita ser construído a partir do

diálogo entre todas as fontes de sabedoria e conhecimento. A “Terra sem males”, o “Bem viver”, são exemplos a serem absorvidos por nossa civilização ocidental, para que possamos incorporar a ética do cuidado, tão ausente no modelo técnico-científico-instrumental da modernidade.

Herança colonial latifundiária e escravocrata.

A estrutura agrária brasileira concentradora iniciada com o roubo das terras dos índios, com a introdução das Capitânicas Hereditárias deu origem aos latifúndios, que atendiam ditames colonialistas, do comércio mercantil e da exploração da mão de obra escrava, inicialmente dos índios e na metade do século XVI com o tráfico internacional da África. Conforme Ribeiro (1995) os escravos que perfaziam 30.000 no ano de 1600, aumentaram para 150 mil em 1700 e a para uma população de 1,5 milhão em 1800. Em três séculos o Brasil manteve o quantitativo de habitantes, cerca de 5 milhões, mas alterou a composição racial, substituindo indígenas puros por brancos, negros e mestiços, que eram explorados e excluídos socialmente.

Até a abolição da escravatura estima-se que cerca de 5,8 milhões de escravos tenham sido trazidos da África e leiloados nos portos brasileiros. De acordo com Görgem (2017) o modelo implantado no Brasil combinava cinco características: latifúndios, trabalho escravo, produção para exportação, implantação de monoculturas com devastação da natureza e, a dependência tecnológica industrial.

Conforme Stédile (2011) Os portugueses que aqui chegaram e invadiram e exploraram nosso território, em 1500, eram financiados pelo capitalismo comercial europeu, e se apoderaram do território por sua supremacia econômica e militar, impondo as leis e vontades políticas. No processo da invasão, adotaram duas táticas de dominação: cooptação e repressão. E, assim, conseguiram dominar todo o território e submeter os povos que aqui viviam ao seu modo de produção, às suas leis e à sua cultura, sem chances de prosperidade autônoma e independente.

Nenhuma hipótese havia nesse ambiente para que os negros e mestiços tivessem qualquer chance de se estruturar familiarmente. A história do Brasil é, por isso, a história dessa alternância original e das que a ela se sucederam. É ela que dá nascimento à primeira civilização de âmbito mundial, articulando a América como assentamento, a África como a provedora de força de trabalho e a Europa como consumidor privilegiado e como sócio principal do negócio. (RIBEIRO, 1995. p.278).

A formação econômica e social da sociedade brasileira no período colonial foi marcada por antagonismos, enganações, manipulações, pela exploração da natureza e do ser humano,

onde as desigualdades ficavam evidentes, onde os benefícios da exploração e do “progresso” eram para as minorias que dominavam.

Freyre (2003, p.116) caracterizou a formação brasileira como um processo de equilíbrio de antagonismos entre economia e cultura. Da cultura europeia com a indígena, da europeia e a africana, da africana e a indígena. Da economia agrária e a pastoril, da agrária e da mineira. Do jesuíta e o fazendeiro, do bandeirante e o senhor do engenho, do grande proprietário e o pária, do Bacharel e o analfabeto. Mas predominando sobre todos os antagonismos, **o senhor e o escravo**.

A perversidade da herança colonial brasileira, marcada pela exploração desumana da escravidão, pela ausência de direitos humanos, pela ausência de liberdades democráticas e de participação política do povo brasileiro, ocasionou a marginalização e exclusão social da maioria da população. A negação da terra à quem nela trabalhava e vivia, estruturou quatro séculos de latifúndios, para garantir a exploração do homem pelo homem, para os caprichos da concentração da terra, da economia e do poder.

Desta forma fica registrada a **segunda lamentação ética**, da mais cruel e brutal exploração humana – a escravidão – registrada na história da formação da sociedade brasileira, sendo que até hoje, o Estado brasileiro tem adotado poucas políticas públicas que pudesse de imediato amenizar e a médio e longo prazo superar os rastros da crueldade no tratamento de homens e mulheres, que foram submetidos à este tratamento desumano.

Da “Lei de Terras” até o golpe militar de 1964.

Este período da história brasileira que compreende parte do Brasil Império e a Velha República tem como marcas importantes para o meio rural o estabelecimento da Lei de Terras de 1850, que representou o início da propriedade privada da terra, a qual foi implantada antes da abolição da escravatura, para dificultar o acesso à terra aos escravos e excluídos em geral. Depois que as principais áreas de terra produtiva foram regularizadas em grandes latifúndios, o sistema escravagista - já em crise - libertou os escravos para tornarem-se uma legião de sem terras espalhados pelo Brasil, enquanto que seu trabalho passou a ser exercido por trabalhadores livres atraídos da Europa.

A lei nº 601 de 18 de setembro de 1850, promulgada por D. Pedro II, definiu a propriedade privada da terra no Brasil. De acordo com esta lei, somente poderia ser considerado proprietário de terra quem legalizasse sua propriedade nos cartórios, pagando quantidades em dinheiro à coroa portuguesa. Desta forma os pobres foram discriminados, os escravos libertos foram impedidos de se tornar proprietários. Conforme Stédile (1997), a tentativa de força-los à permanecer como mão-de-obra a ser explorada no campo, teve como

consequência a migração desta força de trabalho para centros urbanos, (Rio de Janeiro, Salvador e Recife), para formarem favelas e bolsões de miséria.

O resultado do fim paulatino do trabalho escravo e da imposição da Lei de Terras, que impediu os trabalhadores negros de continuarem no meio rural, foi o esvaziamento do campo de trabalhadores agrícolas. Para resolver o problema, a Coroa foi à Europa em busca da mão de obra dos camponeses europeus pobres. Através de intensa propaganda, procurou convencê-los a emigrar para o Brasil para trabalharem na agricultura. (STÉDILE, 2011, p. 295).

O Brasil recebeu imigrantes de (Portugal, Itália, Espanha, Japão e Alemanha). Ribeiro (1995). Além destes também vieram Poloneses, Ucrânicos, Suíços e Franceses. A maior parte destes imigrantes era adulta e estavam prontos para o trabalho agrícola, em substituição ao escravo. Uma parte destes imigrantes se estabeleceu em São Paulo e no Rio de Janeiro, onde se ocupou nos trabalhos da produção de cana e de café. Outra parte estabeleceu-se nos estados do sul, contribuindo com a formação da agricultura familiar de subsistência, com a venda de excedentes para as cidades. Conforme Stédile (2011), estes agricultores tiveram acessos a colônias de terra (25ha), que foram vendidas pelo governo, e quitadas com a venda de produtos excedentes das safras agrícolas e da produção agropecuária.

Este período foi marcado por uma crise no sistema latifundiário, afetada pela abolição da escravatura, pela concentração agro-industrial da economia açucareira, pelo empobrecimento da população nordestina. Guimarães (1989) destacou que com o avanço capitalista no campo, ocorreu um caos, não apenas às famílias mais pobres, mas às camadas médias e parte das camadas ricas da população, ocasionando uma extrema concentração latifundiária, baseada na associação do monopólio da terra ao monopólio da indústria de transformação e ao sistema financeiro nacional e estrangeiro. Com a concentração do sistema agroindustrial o nordeste perdeu terreno para seus fortes competidores do sul.

A partir da chegada dos imigrantes, começou a se formar um novo perfil de propriedade rural familiar, com novas estratégias econômicas e sociais produtivas, os pequenos agricultores do nordeste –foreiros – eram fortemente explorados pelos latifundiários, já no sul, apesar das dificuldades, conseguiram êxitos nas colonizações de áreas que não despertavam interesse dos latifundiários.

Em 1946, na Assembleia Constituinte, a questão agrária teve um marco importante ao tratar ineditamente sobre a Reforma Agrária. Conforme Stédile (1997) esta proposta foi apresentada pelo Senador Luís Carlos Prestes, com a tese de que a propriedade de terras no Brasil estava concentrada nas mãos de uma minoria, que isto impedia o progresso econômico do meio rural, a distribuição de renda e a justiça social, que a terra deveria ser distribuída a quem nela quisesse trabalhar.

Com o advento da constituição de 1946, o período foi marcado pela organização social e política de movimentos que lutaram pela democratização da terra e por um projeto nacional de desenvolvimento baseado nas Reformas de Base.⁵

Entre 1946-1964, o regime democrático não assegurava os direitos de cidadania aos camponeses e, continuava reprimindo suas lutas e organizações Brasil, (2012b). Em 1945 o fim da ditadura de Vargas possibilitou o surgimento das Ligas Camponesas. Entre 1947 e 1948 o governo do General Eurico Gaspar Dutra perseguiu e desarticulou as Ligas Camponesas que atuavam no nordeste brasileiro. No sul do Brasil, além da Guerra do Contestado, luta essa ocorrida na metade do século XIX. A luta continuou sob novas formas: em Porecatu, PR, (1947-1951); Pato Branco, Capanema e Francisco Beltrão, PR, (1957) posseiros e colonos reprimidos por policiais e pistoleiros, pegaram em armas para defender suas terras e suas famílias.

Nos municípios de Porecatu, Guaraci, Centenário do Sul e Jaguapitã, norte do Paraná, milhares de posseiros ocupavam as terras devolutas desde a década de 1940. Grileiros e policiais tentaram expulsá-los e os camponeses resistiram com armas na mão, utilizando tática de guerrilhas sob orientação de lideranças como Manoel Jacinto Correia. Em fins de 1951, quando cercados, aceitaram um acordo que lhes deu terras no Oeste do Paraná. (Brasil, 2012).

Em Francisco Beltrão, o governo do estado do Paraná cedeu as terras já ocupadas por posseiros à exploração de empresas colonizadoras, que exigiam dos agricultores o pagamento pelas suas posses ou seriam expulsos. Os camponeses não aceitaram e foram atacados. Organizaram a luta contra as colonizadoras e ocuparam a cidade de Francisco Beltrão em 10 de outubro de 1957 exigindo do governo uma negociação. Em Pato Branco, no distrito de Verê, em 02 de agosto de 1957, houve combate armado entre jagunços e agricultores. Os colonos se levantaram e tentaram ocupar os escritórios das companhias de terras, quando foi morto o seu líder "Alemão". Assim como na localidade de Santo Antônio, foi morto Pedrinho Barbeiro. Os combates chegaram a Pato Branco. Até que em 11 de outubro de 1957, o governador do Estado ordenou o fechamento das empresas colonizadoras. Os colonos venceram: ficaram nas posses e em 1962 receberam os títulos das terras. Brasil (2012b).

⁵ Foi no governo de Juscelino Kubitschek que se começou a discutir a necessidade de realizar um conjunto de mudanças estruturais para promover bem estar aos brasileiros. Tratava-se de alterações no campo econômico, social e político. Todavia ainda se tinha claro quais seriam essas mudanças. Com ascensão de João Goulart a presidência da república, o qual tinha preocupação social, trouxe a baila as propostas de Reforma de Base, que consistiriam em mudanças na questão agrária, educacional, fiscal, eleitoral e bancária.

Duas organizações sociais se destacaram nesta época, as Ligas Camponesas de Sapé e o Movimento dos Trabalhadores Sem Terra do RS (MASTER), movimentos que arregimentaram milhares de adeptos à luta pela terra e que foram perseguidos pelos governos da Ditadura militar Pós1964.

A história dos camponeses brasileiros neste período, foi a história da luta pela liberdade, contra a escravidão, pela posse da terra, contra o latifúndio, pelos direitos trabalhistas, contra o trabalho degradante, por autonomia política, pelos direitos da cidadania, contra a discriminação social; pela igualdade, contra o preconceito racial, pelo direito à organização social, contra a exploração, contra a história distorcida, pela verdade; contra a impunidade e pela Justiça. Com isto, elencamos aqui o **terceiro elemento deste nosso muro de lamentações**, destacando as injustiças sociais e a perseguição das lideranças populares que lutavam contra a exclusão social.

A modernização conservadora da agricultura brasileira

O processo de modernização da agricultura brasileira se deu no contexto do “ponto 4” do plano Marshall.⁶ A ideia de ajuda econômica para promoção do crescimento da economia tinha embutido um projeto de subordinação econômica e política aos ditames da nova potência capitalista mundial liderada pelos EUA, por suas empresas e organizações econômicas, que passam a dominar nossa economia. Este processo foi descrito por Fonseca (1985), como: “*das necessidades sentidas, às imposições consentidas*”, referindo-se ao acentuado estado de pobreza e atraso tecnológico vivido no Brasil.

A modernização da agricultura foi um projeto econômico que visava transformar o histórico e decadente latifúndio em empresa rural, com o acréscimo de novas monoculturas (soja/trigo), que utilizava um pacote tecnológico importado (máquinas, sementes, adubos), que contava com uma política de crédito subsidiado priorizado aos grandes produtores, e para os quais foram implantados serviços de suporte (ensino, pesquisa e extensão).

O modelo da modernização preconizava a racionalidade da produção capitalista, desta forma o agricultor brasileiro foi introduzido na economia de mercado interno e externo, como produtor de grãos e fibras, e consumidor de máquinas, adubos e venenos. Apesar disto a causa apontada por Nelson Rockefeller era muito nobre, resolver o problema da fome, da miséria e do êxodo rural que observou nas favelas cariocas. Fonseca (1985).

⁶ Ao término da II Guerra Mundial (1939-45), eclode a Guerra Fria, ou seja, a disputa pela hegemonia mundial entre a extinta URSS e os EUA. Como os países europeus envolvidos no conflito, foram os mais atingidos pela destruição humana e material, o então secretário americano de Estado, George Marshall, apresentou a proposta que seu país deveria canalizar recursos econômicos para recuperar os países que eram seus aliados. Através dessa ação financeira queria evitar o avanço da interferência soviética sobre os países Europeus, tradicionais aliados dos americanos.

Com um discurso de “fazer o bolo crescer para depois repartir” o governo do golpe militar investiu pesado na modernização conservadora da agricultura, transformando o latifúndio em empresa rural, promovendo inicialmente um milagre econômico, com a elevação do Produto Interno Bruto acima de 10% por três anos consecutivos. Porém, esta política econômica não era sustentável. Depois do “milagre”, outras consequências foram: a concentração ainda maior da terra, promovendo o êxodo rural, degradando o solo e as florestas, contaminando a água e reduzindo a biodiversidade.

Em pouco tempo os objetivos indiretos do modelo da modernização da agricultura escancararam seus efeitos perversos. O PIB que subiu consideravelmente nos primeiros anos estacionou em 1973, de lá em diante o Brasil conheceu os efeitos de mais de duas décadas perdidas na sua economia. A produção e a produtividade aumentaram, embora a distribuição dela não. As consequências foram desastrosas, a dívida externa brasileira explodiu, o êxodo rural acelerou, a estrutura fundiária ficou mais concentrada, os solos foram degradados, o desmatamento se acentuou, muitos agricultores se endividaram, outros perderam suas terras para os bancos. Os efeitos perversos ficaram evidentes, a modernização não era para todos, era um projeto econômico concentrador de capital, gerador de mais exclusão social, além disto, promovia a dependência científica e tecnológica às empresas nacionais e multinacionais.

Este processo de modernização deixou mais marcas negativas, que ficaram registradas no muro de lamentações, dentre elas destaca-se: a fome, o êxodo, o desmatamento e o atrelamento da agricultura ao pacote tecnológico das empresas transnacionais, envenenamento da natureza e crescimento vertiginoso de agricultores familiares que tiveram suas saúdes afetadas devido aos danos provocados pelos agrotóxicos.

O flagelo da fome

Obras clássicas sobre a fome no Brasil foram escritas por Josué de Castro, em 1947 (Geografia da Fome) e, em 1951 (Geopolítica da Fome), um estudo geográfico, biológico, econômico, social e político. Este pesquisador estudou cinco regiões brasileiras: amazônica; nordeste açucareiro; sertão nordestino; centro-oeste e extremo sul. Nestas regiões identificou elementos que configuraram o mapa da fome, destacando as carências de proteínas, de cálcio, ferro, cloreto de sódio, iodo, vitaminas (A, B1, B2, C e D), entre outros elementos.

Conforme Castro (2002) a fome que perdurava no Brasil era consequência de seu passado histórico, com seus grupos humanos, sempre em luta e quase nunca em harmonia com a natureza, pelos consecutivos ciclos de economia destrutiva, (pau-brasil, cana, caça ao índio, café, borracha, industrialização artificial, barreiras alfandegárias, inflação), que levava a “matar sempre as suas galinhas dos ovos de ouro”. “Orientada pelos colonizadores europeus

e depois pelo capital estrangeiro, desenvolveu-se uma agricultura extensiva de produtos exportáveis, ao invés de uma agricultura intensiva de subsistência, capaz de matar a fome do nosso povo.” (p. 267).

Desta forma, Josué de Castro comprovou que a questão da fome estava relacionada com a má distribuição das riquezas, que eram concentradas cada vez mais nas mãos de menos pessoas. Por isso, acreditava que a problemática da fome não seria resolvida com a ampliação da produção de alimentos, mas com a distribuição não só dos recursos, como também da terra para os trabalhadores nela produzirem, tornando-se um ferrenho defensor da reforma agrária.

A pesquisa da Pnad do IBGE⁷ (1999) demonstrou que, de uma população com aproximadamente 170 milhões de pessoas, o Brasil possuía 44 milhões de abaixo da linha de pobreza, ou seja, 25,8 % da população viviam com menos de U\$ 1,00 por dia. Em 2003 o governo do Presidente Lula criou o Programa Fome zero, coordenado pelo Ministério do Desenvolvimento Social e Agrário, garantindo o direito de acesso à alimentos básicos, através do Bolsa Família, Cisternas no Sertão nordestino, restaurantes populares, microcrédito, ampliando os recursos disponíveis para o PAA, PNAE, PRONAF.

De acordo com a FAO, entre 2002 a 2014 o Brasil diminuiu em 82,1% a população considerada em situação de subalimentação. Esta redução estava incluída entre os objetivos do milênio, tornando nosso país um exemplo neste tema, Brasil (2015). Relatório da FAO denominado “O Estado da Insegurança Alimentar no Mundo 2015”, apontou que o Brasil alcançou as metas estabelecidas pelas Nações Unidas em relação à fome nos Objetivos do Desenvolvimento do Milênio (ODM), muito acima da média mundial de redução em 14,5%, ou da latino-americana (43,1%).

Em 2015 a ONU avaliou as metas e objetivos do milênio para o desenvolvimento (ODM), neste encontro mundial foram definidos novos objetivos e metas para serem alcançados até 2030. A agenda 2030 foi aprovada com 17 objetivos e 169 metas, configurando os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS). Embora estes objetivos estejam interconectados, no mínimo a metade diz respeito ao Desenvolvimento Rural Sustentável (DRS), dentre eles pode-se destacar: Erradicação da Pobreza; Fome Zero e Agricultura Sustentável; Energia acessível limpa; Redução das desigualdades; Ação contra a mudança global do clima; Vida na água; Vida Terrestre; (ONU, 2015)

O objetivo 2- “Fome Zero e Agricultura Sustentável”, muito ligado à ação dos profissionais de Ciências Agrárias, tem como metas até 2030: acabar com a fome que afetava

⁷ <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad99/default.shtm>

795 milhões de pessoas que se encontravam em desnutrição crônica no relatório de 2014⁸. Dobrar a produtividade agrícola e a renda dos pequenos produtores de alimentos, particularmente das mulheres, povos indígenas, agricultores familiares, pescadores, por meio de acesso seguro e igual à terra, conhecimentos, mercados, oportunidades de agregação de valor e de emprego. (ONU, 2015⁹)

Portanto, diante de alguns dilemas da atualidade, tais como a ameaça de voltarmos ao mapa da fome mundial, aqueles que dizem respeito à sustentabilidade ecológica do planeta e à garantia do direito humano à alimentação, torna-se imperante manter a luta defendida por Josué de Castro pela adoção de um modelo de desenvolvimento econômico sustentável e uma sociedade sem miséria e sem fome.

O Desmatamento

Apesar do alerta antigo realizado pelos abolicionistas José Bonifácio e Joaquim Nabuco, que divulgaram no Brasil a “Teoria da dessecação”, e criticavam a escravidão, para os quais era ‘um “sopro de destruição”, poucos avanços ambientais foram registrados ao longo da história brasileira. De acordo com Pádua (2002), José Bonifácio fazia uma análise histórica ampla, argumentando que a ruína das nações estava ligada ao destino das suas florestas. Apontava que as experiências do Oriente médio e do Norte da África, possibilitavam o entendimento de que a desertificação daquelas regiões era produto da ação do homem. Bonifácio profetizou em 1823, que a continuidade da destruição ambiental no Brasil, converteria nossa região tropical - em menos de dois séculos – em “deserto líbicos”.

A antiga região da Mesopotâmia, onde hoje se observa a paisagem desértica do sul do Iraque, já foi um grande celeiro agrícola, parte integrante do chamado “crescente fértil”, da Antiguidade. A sucessão milenar de prática ambientais danosas – incluindo o desflorestamento (...) - foi responsável pela erosão radical da paisagem. Algo semelhante pode ser dito do território da Líbia, grande fornecedor de grãos para o Império Romano. O avanço do deserto, em muitas partes daquele território, foi impulsionado por práticas agrícolas destrutivas (PÁDUA, 2002, p. 137)

Já naquela época estava presente uma crítica à civilização, ao modelo econômico, fundiário e social. José Bonifácio identificava elementos cósmicos e políticos, que se interligavam com a vida social e econômica. Mencionava a relação das matas com as fontes e rios, que o desmatamento deteriorava o clima, favorecendo tempestades e inundações. “*não pode haver rios sem fontes, não há fontes sem chuva e orvalhos, não há chuvas e orvalho sem umidade, e não há umidade sem matas...*” (p. 139).

⁸ <http://mds.gov.br/area-de-imprensa/noticias/2015/novembro/novo-relatorio-da-fao-destaca-papel-do-brasil-no-combate-a-fome>

⁹ <http://www.agenda2030.com.br/>

Embora estejam registrados na história brasileira estes pensamentos e reflexões, pouca mudança prática aconteceu depois do fim da escravidão legal de do colonialismo. Contemporaneamente nos deparamos com notícias que até parece ser ficção. Trata-se do resgate de pessoas que são submetida ao trabalho análogo ao escravo.¹⁰ Ocasionalmente a mídia empresarial divulga ações do grupo do Ministério do Trabalho incumbido do combate ao trabalho análogo ao escravo. Esses focos são localizados principalmente em fazendas do norte e nordeste, onde os trabalhadores são submetidos a condições degradantes de trabalho em condições análogo a escravidão.

Em geral os pensadores ambientais pregavam no “deserto”, tiveram pequena influência política e foram perseguidos. O período republicano que vigorou a partir de então poucas políticas públicas implantou, ficando o meio ambiente vulnerável à sucessivos avanços de degradação.

Mais pelo final do Século XX é que reascende a discussão da questão ambiental no Brasil. Vamos destacar aqui dois fatores que contribuíram para que este tema entrasse na pauta. Primeiro, a Agenda Ambiental provocada pela I Conferência Mundial de Meio ambiente – Estocolmo, 1972. Segundo, o lançamento do “Manifesto Ecológico Brasileiro”, escrito pelo Eng. Agr. José Lutzemberger, em 1975/1076.

A I Conferência Mundial de Meio ambiente, foi um marco mundial sobre a questão ambiental, motivada pelo Relatório do Clube de Roma (1968), o qual apontava para a finitude dos “recursos naturais”. A Conferência de Estocolmo discutiu temas relacionados com a poluição atmosférica e de recursos naturais. As discussões contaram com a presença de chefes de 113 países, e de mais de 400 instituições governamentais e não governamentais. Nesta ocasião foi elaborado o primeiro documento internacional a reconhecer o direito humano a um meio ambiente de qualidade, que permite ao homem viver com dignidade.

A participação brasileira na Conferência de Estocolmo foi uma catástrofe, de acordo com Giansanti (1998) a participação do governo militar foi expressada pelo General Costa Cavalcanti, através da polêmica e desastrosa frase: “*Um país que não alcançou o nível satisfatório mínimo para prover o essencial não está em condições de desviar recursos consideráveis para a proteção do meio ambiente.*”

Em pleno período de governo de Ditaduras Militares, que impuseram um modelo de modernização tecnológica conservadora na agricultura brasileira, o Eng. Agr. José Lutzemberger lançou o “Fim do Futuro: Manifesto Ecológico Brasileiro”. A obra fazia um grito de alerta, que pedia o fim do silêncio sobre a devastação ecológica em curso, que alertava

¹⁰ Existem reportagens que a mídia empresarial onde a expressão trabalho análogo ao escravo é omitida e substituída pela expressão, trabalho degradante, servidão por dívida, trabalho escravo contemporâneo, dentre outras. Dependendo do contexto como é apresentado essas expressões tem o firme propósito de minimizar a gravidade na qual as pessoas são submetidas no mundo do trabalho.

para o perigo da omissão ou da convivência. Tratava-se de um documento de luta, com a finalidade de esclarecer, sacudir e chocar, de fazer pensar e repensar o próprio esquema mental e promover discussão.

De acordo com Lutzemberger (1980) era fundamental a compreensão do conceito integrador de ecologia, a definição de ecosfera, que eram resumidos em aspectos importantes para compreender a problemática ambiental, destacando: que as espécies são para a ecosfera o que o órgão é para um organismo, desta forma destacando a importância da preservação de todas as formas de vida; que a reciclagem perfeita e perpétua permite a continuação indefinida da vida; que a Ecologia, como ciência da sinfonia da vida é a ciência da sobrevivência.

No caso do Brasil, devemos frear já e já, e com todos os meios, a tremenda, absurda e irreversível devastação do nosso patrimônio natural. Devemos compreender que este patrimônio é nosso mais precioso capital, o único que temos. (LUTZEMBERGER, 1980, p. 60)

Com os desdobramentos da Conferência de Estocolmo, a influência do Manifesto Ecológico, e a abertura democrática nos anos 80, reascendeu uma série de movimentos e lutas ambientais no Brasil, que por sua dimensão territorial e pela quantidade de bens da natureza que ainda poderiam ser preservados, se tornou alvo do movimento ambientalista internacional. Desta forma o Brasil acabou sedendo a I Conferência Mundial sobre Meio Ambiente, a Rio-92, que foi a maior reunião mundial sobre o tema, que sistematizou a definição de Desenvolvimento Sustentável e aprovou a agenda 21.

O Brasil é o segundo país com a maior cobertura vegetal do mundo, ficando atrás apenas da Rússia. Entretanto, o desmatamento está reduzindo de forma significativa a cobertura vegetal no território brasileiro. São aproximadamente 20 mil quilômetros quadrados de vegetação nativa desmatada por ano em consequência de derrubadas e incêndios.

Esse processo acarreta vários fatores negativos ao meio ambiente, entre eles se destacam: perda da biodiversidade, empobrecimento do solo, emissão de gás carbônico na atmosfera, alterações climáticas, erosões, entre outros.

O desmatamento no Brasil ocorre principalmente para a prática da atividade agropecuária. Porém, a construção de estradas, hidrelétricas, mineração e o processo intensivo de urbanização contribuem significativamente na redução das matas.

Conforme cálculos do Instituto Nacional de Pesquisa Espacial, a área desmatada na Amazônia até o ano de 2002 era superior ao tamanho do território francês. Isso se deve principalmente à extração de madeira e atividade agropecuária. De acordo com pesquisas do Ministério do Meio Ambiente, foi constatado que 80% da extração da madeira na Amazônia ocorrem de forma ilegal.

A Mata Atlântica perdeu aproximadamente 93% da sua cobertura vegetal, restando apenas 7%. Do território brasileiro, 15% era ocupado pela a Mata Atlântica. Hoje é considerada a quinta área mais ameaçada do planeta.

O Cerrado, a partir da década de 1950 intensificou-se o desmatamento em sua área. Isso ocorreu principalmente pela expansão das fronteiras agrícolas e políticas públicas para a ocupação do centro-oeste brasileiro. A intensa urbanização e as atividades agropecuárias são os principais responsáveis pelo desmatamento do Cerrado. Conforme estudos do Ministério do Meio Ambiente, 67% do bioma sofreu modificação.

A Caatinga teve sua vegetação reduzida pela metade devido ao desmatamento. São aproximadamente 500 mil hectares devastados por ano. A busca por um desenvolvimento econômico imediatista é o principal responsável pelos desmatamentos no Brasil, desprezando um possível desenvolvimento social e ecológico. O que futuramente acarretará problemas em grandes proporções.

Com a aprovação d Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, o denominado novo código florestal brasileiro, que anistiou crimes ambientais e flexibilizou a proteção das reservas ambientais e as áreas de preservação. Essa lei premiou os criminosos que desmataram ilegalmente suas propriedades, deixando de exigir a recomposição de Áreas de Preservação Permanente (APPs) e reservas legais; aboliu a exigência de manutenção de percentuais de florestas nativas em propriedades rurais com até quatro módulos fiscais; e criou uma aberração denominada de área rural consolidada.

Desta forma, o Estado brasileiro sinalizou o apoio ao desmatamento, apesar de políticas setoriais de controle. Quando da aprovação dessa lei, foram feitos inúmeros alertas de que o desmatamento da Amazônia cresceria, no entanto, a posição dos ambientalistas e da maioria dos cientistas foi sufocada pela mídia e pelo atropelo da manipulação parlamentar.

Considerando os dados de monitoramento do Instituto Nacional de Pesquisas espaciais (INPE, 2017), a queda do desmatamento de 24.423 km² de área desmatada por ano caiu significativamente para 4.571 km² em 2012. Mas depois do novo código, o desmatamento voltou a acelerar, registrando os seguintes indicadores de área desmatada por ano: 5.891 km² (2013); 5.012 km² (2014); 6.207 km² (2015); 7.989 km² (2016)¹¹. Este aumento do desmatamento está relacionado ao avanço do agronegócio da produção bovina, das lavouras transgênicas, do desmonte das políticas ambientais, e da corrupção dos órgãos ambientais.

¹¹ Rogério Rocco, advogado e analista ambiental do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMbio) à *IHU On-Line*. Por Patrícia Fachin - <http://www.redebrasilatual.com.br/ambiente/2017/01/estado-brasileiro-apoia-desmatamento-apesar-de-politicas-setoriais-de-controle-9168.html>

Por isto registramos mais esta profunda lamentação da retomada do desmatamento no Brasil, em especial da Amazônia, o Ar-condicionado do planeta. Lamentamos o retrocesso socioambiental, político e ético, estamos cuidando mal e menos dos bens de uso comum, floresta, água, biodiversidade, solos e clima.

Agrotóxicos e transgênicos.

Ao chamar a atenção dos perigos que os agrotóxicos trazem, não apenas para a natureza, mas também para o ser humano, o argumento dos defensores do uso desse produto químico sintético é que não há comprovação científica de que são nocivos ao ser humano. Entretanto aos poucos, aquilo que já se sabe empiricamente, vem sendo demonstrado pela comunidade científica, os efeitos nocivos que esses produtos químicos trazem à saúde humana.

O primeiro grande alerta mundial sobre o perigo dos agrotóxicos, com muita propriedade e fundamentação científica crítica, foi a obra de Rachel Carson *Primavera Silenciosa*, um livro que mudou a história da humanidade, pois o clamor que se seguiu após sua publicação em 1962 fez com que o DDT fosse proibido, e desencadeou uma onda revolucionária na legislação ambiental em todo o mundo, protegendo melhor a terra, a água e o ar. Entre tantos aspectos, podemos destacar a seguinte argumentação:

Eu alego, além do mais, que deixamos estas substâncias químicas serem empregadas com pouca ou nenhuma investigação prévia do seu efeito sobre o solo, água, animais selvagens e os próprios seres humanos. As gerações futuras provavelmente não perdoarão nossa falta de preocupação prudente com a integridade do mundo natural que sustenta toda a vida. (CARSON, 2010)

Dorst (1973) também alertou que o homem estava desligando-se da sua própria história, abafando as fontes de vida, que poderia estar enganado, que a confiança que criou nos novos brinquedos poderia ser uma ilusão, talvez não conduzindo a nada, a não ser à ruína da humanidade, e que o homem não poderia romper os laços com o meio de onde nasceu. Em seu livro “*Antes que a natureza morra*”, Jean Dorst complementou a crítica sobre a forma em que a modernização tecnológica vinha se desenvolvendo.

No Brasil a crítica aos agrotóxicos e ao modelo das tecnociências na agricultura teve como marco o “Manifesto ecológico brasileiro”, lançado pelo Eng. Agr. José Lutzenberger, com seu questionamento “fim do Futuro?” alertou a sociedade brasileira e desencadeou o movimento ambientalista em pleno regime de ditadura militar. De seu trabalho e engajamento na sociedade foi fundada a AGAPAN, e diversas ações e legislações foram criadas para proteger – em parte – a sociedade e a natureza, das sucessivas agressões provocadas pelo uso das novas substâncias químicas.

A indústria química conseguiu impor seu paradigma na agricultura, na pesquisa e no fomento agrícola e dominou as escolas de Agronomia. Ela impôs um tipo de pensamento reducionista, uma visão bitolada que simplifica as coisas mas que acaba destruindo equilíbrios que podem manter uma agricultura sã. (LUTZEMBERGR, 2002)

Nos últimos anos importantes alertas foram feitos pelo Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva - INCA, órgão do Ministério da Saúde, o qual divulgou nota denunciando os perigos do uso de agrotóxicos. No Brasil, a venda de agrotóxicos saltou de US\$ 2 bilhões para mais de US\$7 bilhões entre 2001 e 2008, alcançando valores recordes de US\$ 8,5 bilhões em 2011. Assim, já em 2009, alcançamos a indesejável posição de maior consumidor mundial de agrotóxicos, ultrapassando a marca de 1 milhão de toneladas, o que equivale a um consumo médio de 5,2 kg de veneno agrícola por habitante.¹²

As pesquisas desenvolvidas na área da saúde coletiva, tem demonstrado que a contaminação dos alimentos cultivados com o uso de agrotóxicos acarretam sérias consequências à vida dos seres humanos e ao meio ambiente. Esse malefício alcança até o primeiro alimento dos recém-nascidos, o leite materno. Um desses estudos foi desenvolvido pela pesquisadora Danielly Cristina de Andrade Palma e publicados em 2011, demonstrando o impacto dos agrotóxicos utilizados na agricultura e a sua presença no leite humano das mães residentes em Lucas do Rio Verde – MT. A contaminação, com alguma espécie desse resíduo, estava contido em 100% das amostras colhidas para a pesquisa realizada.¹³

Carneiro et. al (2015) no “Dossiê ABRASCO”, analisaram o conjunto de trabalhos científicos que monitoram os impactos dos agrotóxicos no ambiente, nos alimentos, na biodiversidade e na saúde. Este relatório confirma que a cada ano mais venenos foram colocados na nossa mesa, que houve o enfraquecimento do PARA, bem como, o ocultamento dos impactos dos agrotóxicos, contaminação da água. O Dossiê destacou também que dos alimentos e ingredientes ativos pesquisados em 2011, apenas 22% das amostras estavam satisfatórias e sem resíduos, 42% estavam satisfatório com resíduos e 36% insatisfatórias.

Segundo Karen Friedrich, da [Associação Brasileira de Saúde Coletiva \(ABRASCO\)](#) e da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), 70% dos [alimentos](#) *in natura* consumidos no país estão contaminados por agrotóxicos. Desses, segundo a Anvisa, 28% contêm substâncias não autorizadas. De acordo com ela, mais da metade dos agrotóxicos usados no Brasil hoje são banidos em países da União Europeia e nos Estados Unidos. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), entre os países em desenvolvimento, os agrotóxicos causam, anualmente, 70.000 intoxicações agudas e crônicas.¹⁴

¹²http://www1.inca.gov.br/inca/Arquivos/comunicacao/posicionamento_do_inca_sobre_os_agrotoxicos_06_abr_15.pdf, acessado em 14/11/2015, às 19h16.

¹³ <http://www.ufmt.br/ppgsc/arquivos/857ae0a5ab2be9135cd279c8ad4d4e61.pdf>

¹⁴ https://brasil.elpais.com/brasil/2015/04/29/politica/1430321822_851653.html?rel=mas

O consumo de agrotóxicos no Brasil saltou de US\$ 2 bilhões em 2001 para mais de US\$ 8,5 bilhões em 2011. Desde 2008, o país é o maior consumidor mundial dessas substâncias, com uma média de um milhão de toneladas por ano, o equivalente a 5,2 kg de veneno por habitante. Para se ter ideia, a média dos EUA em 2012 era de 1,8 kg por habitante. Na última década, o mercado de agrotóxicos do país cresceu 190%, ritmo mais acentuado do que o do mercado mundial no mesmo período (93%). O uso de sementes transgênicas foi um dos responsáveis por essa realidade, já que os transgênicos exigem grande quantidade de agrotóxicos em sua produção.¹⁵

Desde o início dos estudos, em 2008, de acordo com a Anvisa (2016) dez pesticidas foram banidos (Cihexatina, Endossulfan, Triclorfon, Metamidofós, Forato, Parationa Metílica, Lindano, Monocrotofós, pentaclorofenol e Procloraz). Três foram autorizados a permanecer no mercado sob algumas restrições (Fosmete Lactofem e Acefato). Resta a conclusão dos estudos de outras seis substâncias – (Carbofurano, Tiram, Glifosato, Abamecetina). Para Wanderlei Pignati, professor de Medicina da Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT), a lentidão desse processo ocorre porque há uma forte pressão de setores interessados na comercialização dessas substâncias. "As empresas querem fazer acordo, mas não deveria caber recurso", diz. "Queremos proibir todos os [agrotóxicos] que são proibidos na União Europeia", afirma. "Por que aqui são consumidos livremente? Somos mais fortes que eles e podemos aguentar, por acaso?"¹⁶

Segundo a Anvisa (2016), o pimentão é a hortaliça mais contaminada por agrotóxicos, 92% dos pimentões estudados estavam contaminados, seguido do morango (63%), pepino (57%), alface (54%), cenoura (49%), abacaxi (32%), beterraba (32%) e mamão (30%). Segundo a Associação Brasileira de Saúde Coletiva (Abrasco), essa é a lista da agricultura que mais consome agrotóxicos: Soja (40%) Milho (15%) Cana-de-açúcar e algodão (10% cada) Cítricos (7%) Café, trigo e arroz (3 cada%) Feijão (2%) Batata (1%) Tomate (1%) Maçã (0,5%) Banana (0,2%)

O estado do Paraná, de acordo com o IPARDES (2013)¹⁷, ocupou a 3ª posição no consumo de Agrotóxicos no Brasil, com a utilização de 96,1 milhões de Kg por ano, em média 9,0 kg/há. A maior quantidade desses produtos foi encontrada na Bacia Hidrográfica do Rio Piquiri (19,3 milhões de quilos), seguidas das bacias: baixo-iguaçu (14,8 milhões de quilos), Alto Ivaí (12,10 milhões de quilos), Paraná 3 (10,4 milhões de quilos) e Paraná 2 (223 mil quilos)

¹⁵ <http://www2.inca.gov.br/> Noticiado em: 08/04/2015 por Flávia Milhorange, Saúde

¹⁶ Marina Rossi - **São Paulo: 10 de Abril de 2016**
https://brasil.elpais.com/brasil/2016/03/03/politica/1457029491_740118.html

¹⁷ http://www.ipardes.gov.br/index.php?pg_conteudo=1&cod_noticia=576

Na Unioeste, docentes e discentes do Curso de Farmácia, reocupados com os altos índices de contaminação de pessoas na região Oeste, realizam uma importante pesquisa para identificar os efeitos e as possíveis alterações no sistema endócrino das pessoas após passarem por longos períodos de exposição aos agrotóxicos. Os pesquisadores chegam às vítimas de contaminação por meio das unidades de saúde que fazem o encaminhamento para o Centro de Assistência em Toxicologia (Ceatox) que atua junto ao Hospital Universitário do oeste do Paraná. Recentemente um artigo publicado em uma revista científica colocou um alerta ao Oeste do Paraná. Foi constatado na região casos de má formações congênitas. Nos últimos anos 192 pessoas nasceram com problemas no sistema nervoso e outras 177 com fissura lábio palatal. Os problemas são relacionados ao consumo de agrotóxicos.¹⁸

Outro importante estudo foi publicado na revista “Saúde em Debate”, em janeiro de 2017, intitulado “Associação entre malformações congênitas e a utilização de agrotóxicos em monoculturas no Paraná, Brasil”, o qual dentre outras consequências, destacou os óbitos fetais e os abortos espontâneos. Os autores demonstraram que famílias de agricultores tiveram maior risco de apresentarem gestações com desfecho em morte fetal em áreas onde os agrotóxicos são mais utilizados quando comparadas a outras regiões da Espanha, sendo o risco ainda maior quando o período da concepção coincide com o máximo uso dos agrotóxicos.¹⁹

Agrotóxicos e transgênicos precisam ser associados no estágio atual de modernização tecnológica da agricultura brasileira, são complementações de um mesmo pacote. Desde 2005, ocasião em que foi aprovada a Lei de Biossegurança (Lei 11.105/2005), o consumo de agrotóxicos somente subiu, contrariando a promessa inicial. Desta forma fica aqui registrado nosso Lamento pela política relacionada aos agrotóxicos, pela contaminação da água, dos alimentos e da biodiversidade, pela ganância e privilégio que as multinacionais recebem através da “Bolsa-Agrotóxico, com reduções e isenções de impostos, pelo uso de substâncias proibidas em seus países de origem, uma flagrante falta de ética das próprias empresas que pensam apenas nos seus lucros.

A emergência da ética do cuidado e da bioética no desenvolvimento sustentável.

Neste texto, vamos partir das reflexões de Rachel Carson, no livro Primavera Silenciosa, que questionou a sociedade norte-americana, por estar permitindo no período pós-guerra, utilizar substâncias químicas, com pouca ou nenhuma investigação prévia sobre o solo, água, animal selvagem e ao próprio homem. Carson (2010) ponderou que as gerações

¹⁸ CGN Cascavel (2017) <http://cgn.uol.com.br/noticia/251823/oeste-em-alerta-alto-consumo-de-agrotoxicos-tem-causado-doencas-na-regiao>

¹⁹ http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-11042017000600241&lng=en&nrm=iso&tlng=pt acessado em 25/09/2017, às 6h33

futuras não perdoariam a falta de preocupação prudente com a integridade do mundo natural que sustenta toda a vida. Ao pensar desta forma, deixou muito evidente sua crítica sobre a falta de cuidado e de ética, entendendo a dimensão ética na relação com a natureza, entre os seres humanos e as gerações futuras.

Carson (2010) mostrou também que a estrada pela qual estamos viajando há tempos era fácil, que permitia avançar em velocidade, mas em cujo fim está o desastre. Já o outro ramo da estrada, oferece-nos talvez a única possibilidade de alcançarmos um destino que assegure a preservação da nossa Terra.

Sustentabilidade e cuidado

A sensibilização gerada pela obra de Rachel Carson, somada com o impacto do Relatório do Clube de Roma²⁰, que previu a finitude dos “recursos naturais” no relatório “[Os Limites do Crescimento](#)”²¹, desencadeou um processo de mobilização internacional, contínuo, progressivo e irreversível, iniciado com a I Conferência Mundial de Meio Ambiente, reunindo governos e sociedade civil organizada, em Estocolmo, na Suécia. Esta conferência teve como produtos, várias convenções e protocolos, mas com destaque a Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, que em 1988 lançou o Relatório Brundtland, ou “Nosso futuro Comum”²²,

O Relatório Brundtland motivou as discussões que antecederam a II Conferência Mundial de Meio Ambiente – ECO-92²³. A Eco-92, contribuiu para aperfeiçoar a compreensão sobre o Desenvolvimento Sustentável, desencadear Convenções, Declarações, mas de forma significativa ficou marcada por desencadear a Agenda 21²⁴ e a Carta da Terra²⁵.

²⁰ É um grupo de pessoas que se reúnem para debater assuntos relacionados a política, economia internacional e, sobretudo, ao meio [ambiente](#) e o [desenvolvimento sustentável](#). Foi fundado em [1966](#) pelo industrial [italiano Aurelio Peccei](#) e pelo cientista [escocês Alexander King](#). Tornou-se muito conhecido a partir de [1972](#), ano da publicação do relatório intitulado “[Os Limites do Crescimento](#)”,

²¹ É um livro escrito em [1972](#) que modelou as consequências do crescimento rápido da [população mundial](#) considerando os recursos naturais limitados, comissionado pelo [Clube de Roma](#). Seus autores foram Donella H. Meadows, Dennis L. Meadows, Jørgen Randers, and William W. Behrens III.

²² Relatório publicado em [1987](#). Neste documento o [desenvolvimento sustentável](#) é concebido como “o desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades”

²³ Também conhecida como Eco-92, Cúpula da Terra, Cimeira do Verão, Conferência do Rio de Janeiro e Rio 92, foi uma conferência de [chefes de estado](#) organizada pelas [Nações Unidas](#) e realizada em junho de 1992 na cidade do [Rio de Janeiro](#), no [Brasil](#). Seu objetivo foi debater os problemas [ambientais](#) mundiais.

²⁴ É um documento que estabeleceu a importância de cada [país](#) a se comprometer a refletir, global e localmente, sobre a forma pela qual [governos](#), [empresas](#), [organizações não-governamentais](#) e todos os setores da sociedade poderiam cooperar no estudo de soluções para os problemas socioambientais.

²⁵ É uma declaração de princípios éticos fundamentais para a construção, no [século XXI](#), de uma sociedade global justa, sustentável e pacífica. Busca inspirar todos os povos a um novo sentido de interdependência global e responsabilidade compartilhada, voltado para o bem-estar de toda a família humana, da grande comunidade da vida e das futuras gerações. É uma visão de esperança e um chamado à ação. Os aspectos mais importantes que influenciaram e deram forma a Carta da Terra

Em 2012 o Brasil foi sede da Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Natural, a Rio + 20, cujo objetivo político era renovar o compromisso com o Desenvolvimento Sustentável, na presença de chefes de estado de 193 nações. Sustentabilidade, a partir da Rio+20, passou a incluir de forma incisiva e essencial os aspectos sociais, ressaltando a urgência do esforço conjunto para a melhoria da qualidade de vida e a erradicação da pobreza, colocando a inclusão social no centro das preocupações. Mas para que haja equilíbrio, Sachs (2012) destacou a necessidade de intervenção do Estado para conter o mercado.

De acordo com Boff (2012) o Desenvolvimento Sustentável partiu do famoso “tripé” proposto pelo britânico John Elkington: Economicamente viável; Ecologicamente sustentável; Socialmente Justo. Em seguida foi enriquecido com a dimensão cultura, do cuidado e da territorialidade. Depois agregaram-se as ideias de: ecodesenvolvimento, biocivilização, democracia econômica, economia solidária.

Tomando como referência a definição de Paradigma de Thomas Kuhn, Boff (2013) destaca que o paradigma de base constitui a espinha dorsal de toda uma civilização. Desta forma, sustenta a tese de que *“o paradigma do cuidado junto com o da sustentabilidade serão os pilares estruturadores principais da nova civilização emergente”*.(p.70)

A Carta da Terra é um documento organizado sob quatro eixos principais: 1) Cuidar das Comunidades de vida; 2) Sustentabilidade ecológica; 3) Justiça Social e Econômica; e 4) Por uma Cultura de Paz. Desta forma, percebe-se, o destaque do termo “cuidado”, sendo a palavra que introduz o primeiro eixo.

De acordo com Boff (2012), a ética do cuidado vai além dos valores e princípios, configurando um modo de ser, uma relação nova para com a realidade, a Terra, a natureza e outro ser humano. O cuidado representa, nesta ótica, um novo paradigma, que se opõe ao paradigma de conquista da modernidade, uma nova visão de relação que a humanidade estabelece entre seus seres e nas suas relações com a natureza, destacando que:

Sem o cuidado de todos os elementos que compõe a vida, o próprio Planeta Terra, o desenvolvimento necessário e a sustentabilidade, não teriam condições de se firmar e se consolidar. Por isto não se pode dissociar sustentabilidade de cuidado: ambos formam as duas pilastras que sustentarão um novo ensaio civilizatório, com seu tipo de desenvolvimento e sua forma de conviver neste pequeno planeta, junto com todos os seres e com a comunidade de vida. (BOFF, 2012, p. 93-94)

foram: a ciência contemporânea, o direito internacional, a sabedoria das grandes tradições filosóficas e religiosas do mundo, o movimento ético mundial, declarações governamentais, tratados dos povos, assim como os melhores exemplos práticos para criar comunidades sustentáveis. (ITAIPU BINACIONAL, 2010)

A análise de Boff (2012) sobre a sustentabilidade abrange: 1º) a constatação de que a terra viva; 2º) resgatar o sentido originário de sociedade²⁶, reequilibrando as dimensões econômicas, políticas e éticas; 3º) Uma democracia sócioecológica; 4º) garantindo a vida através das gerações, tornando-se mais autônoma, diminuindo e eliminando a pobreza, Buscando igualdade social, política e de gênero, Reduzindo as desigualdades econômicas para níveis aceitáveis.

Sustentabilidade é toda ação destinada a manter as condições energéticas, informacionais, físico-químicas que sustentam todos os seres, especialmente a Terra viva, a comunidade de vida, a sociedade e a vida humana, visando sua continuidade e ainda atender as necessidades da geração presente e das futuras, de tal forma que os bens e serviços naturais sejam mantidos e enriquecidos em sua capacidade de regeneração, reprodução e evolução (BOFF, 2012, p.107).

Existem necessidades fundamentais que fazem parte do ser humano e por isto necessitam ser satisfeitas, coletivamente, de forma que todas as pessoas possam ter acesso. Boff (2012, p.139) destaca isto como princípio da inclusão, que comumente está ligado a nove necessidades básicas: “a *subsistência, a proteção, o afeto, o entendimento, a criatividade, a participação, o lazer, a identidade pessoal e cultural e a liberdade*”.

Como educador e pesquisador ambiental, Leonardo Boff tem participado desde a concepção do Programa Cultivando Água Boa (CAB), exerceu papel de protagonista e auxiliou com especial atenção aos detalhes da execução do programa, participando de capacitações, motivando os encontros anuais com suas palestras. Por vivenciar o CAB Boff (2012) o considera um exemplo de boa sustentabilidade, por que rompe com a lógica dominante e mostra que é possível, de baixo para cima, a partir do povo e das comunidades, nos quadros de um território ecológico, criar uma miniatura daquilo que poderá ser o futuro do planeta.

O CAB criou e consolidou nas práticas sociais e acadêmicas, integrou instituições, entidades, organizações e atores sociais, motivando à realização de uma gestão ambiental proativa, que mostrou o caminho de zerar passivos no seu ponto de geração, que estimulou a educação e gestão ambiental participativa, que consolidou práticas sustentáveis locais, inovadoras e que apontam para a sustentabilidade e o cuidado.

Podemos destacar como exemplo a Gestão em Microbacias e o Condomínio de Agroenergia do Ajuricaba, que recuperou nascentes e matas ciliares, permitindo a recuperação da biodiversidade, permitindo melhorar a qualidade da água, recuperou e

²⁶ Em sociedades coesas e sadias a economia vem submetida à política, a política se orienta pela ética, e a ética se inspira em valores intangíveis e espirituais, que assinalam um sentido transcendente à vida e à história, pois tal preocupação está sempre presente nos seres humanos em sociedade. (BOFF, 2012, p. 126)

readequou as estradas e inovou com a criação do condomínio de Agroenergia do Ajuricaba²⁷. Este processo de adequação ambiental da propriedade rural é um belo exemplo de sustentabilidade, pela redução da contaminação dos rios e da atmosfera, diminuindo a produção de metano, por melhorar a qualidade dos produtos produzidos, por melhorar a qualidade de vida dos agricultores, por produzir biofertilizantes orgânicos, por melhorar a renda dos agricultores e por criar um exemplo vivo que pode ser adaptado para outras regiões ou até mesmo para atividades urbanas e industriais que poderiam seguir o mesmo exemplo.

Além da experiência da comunidade do Ajuricaba, é importante destacar o papel importante que outros agricultores e cooperativas tem realizado, como laboratórios para aulas e visitas de campo para os estudantes de graduação, Mestrado e Doutorado do Centro de Ciências Agrárias. Dentre eles vamos destacar o Sítio Arruda²⁸ de Sistema Agroflorestal, Turismo Rural gastronomia (São Miguel do Iguazu); O Circuito Sabiá de Turismo Rural na Agricultura Familiar, com destaque para os trabalhos das famílias Bozio e Graci²⁹ (Matlândia); Família Borchert (Quatro Pontes); Família Hedel³⁰ (Marechal Cândido Rondon). Além destes, importante destacar a parceria com a BIOLABORE³¹, CAPA/MCR³², EMATER, ITAIPU BINACIONAL. A humanidade que luta pela paz e pela sustentabilidade encontrará boas referencias teórico-práticas.

De Masi (2014) tem destacado a força da boa mudança, que a cultura da inteligência e a contemplação da beleza podem nos desvelar, atrás de cada motivo de medo, também uma ocasião de esperança.

Para ativar a força da boa mudança, para construir com ela a bússola orientadora, é necessário armar-se de uma utopia positiva, feita de fantasia e concretude, de emoção e de regra. É necessário convencer-se de que o nosso não é o melhor mundo possível, mas é, todavia, o melhor dos mundos existentes até agora. (DE MASI, 2014, p. 730)

Sustentabilidade e a Agenda 2030

A Agenda 2030 foi elaborada com o propósito de colocar o mundo em um caminho mais sustentável e resiliente. A Agenda foi adotada por 193 países-membros das Nações Unidas, na Cúpula de Desenvolvimento Sustentável. Na ocasião, chefes de Estado e de

²⁷ <https://www.youtube.com/watch?v=pexr2HzLc74>

²⁸ <https://www.itaipu.gov.br/sala-de-imprensa/noticia/agricultor-incorpora-novas-atividades-e-aumenta-renda-em-mais-de-80>

²⁹ <https://www.youtube.com/watch?v=3vrVdd8jIFg>

³⁰ https://www.youtube.com/watch?v=LsBa_Wu7F1E;

https://www.youtube.com/watch?v=c_FrHgYVT5k

³¹ <http://biolabore.org/site/>

³² <http://www.capa.org.br/>

Governo e altos representantes, reunidos na sede das Nações Unidas em Nova York de 25 a 27 de setembro de 2015, decidiram sobre os novos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

A abertura da Cúpula foi marcada pela participação do Papa Francisco, que encontrou um meio muito fértil para semear seus ensinamentos delineados na **Encíclica Laudato Si**³³. O Papa Francisco criticou os poderes capazes de produzir atrocidades no mundo e as grandes instituições financeiras, ressaltando que os mesmos deveriam incentivar a sustentabilidade. Pregou que os organismos internacionais devem prezar pelo desenvolvimento sustentável de países e não a submissão destes por sistemas de crédito, que não promovem o progresso a todas as nações e submetem as populações a mecanismos de pobreza, exclusão e dependência. Clamou por uma resposta urgente, afirmando que o desenvolvimento e promoção de justiça são quesitos indispensáveis para alcançar a fraternidade universal. Afirmou, ainda, que o acordo entre as nações sobre os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), que serão firmados durante a conferência, é uma semente de esperança.³⁴

A Agenda 2030 é um plano de ação para as pessoas, para o planeta e para a prosperidade. Ela também busca fortalecer a paz universal com mais liberdade. Apesar de que a erradicação da pobreza, em todas as suas formas e dimensões, incluindo a pobreza extrema, é o maior desafio global, trata-se de um requisito indispensável para o desenvolvimento sustentável.

Os 17 Objetivos e as 169 metas que foram anunciadas na ocasião dão a dimensão da escala e da ambição desta nova Agenda universal. Eles se constroem sobre o legado dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio e concluirão o que estes não conseguiram alcançar. Eles buscam concretizar os direitos humanos de todos e alcançar a igualdade de gênero e o empoderamento das mulheres e meninas. Eles são integrados e indivisíveis, e equilibram as três dimensões do desenvolvimento sustentável: a econômica, a social e a ambiental.

Os ODS estimularão a ação para os próximos 15 anos em áreas de importância crucial para a humanidade e para o planeta: Os cinco P's: **Pessoas: Planeta: Prosperidade: Paz: Parceria:** Os vínculos e a natureza integrada dos ODS, são de importância crucial para assegurar que o propósito da nova Agenda seja realizado. Se realizarmos as nossas ambições em toda a extensão da Agenda, a vida de todos será profundamente melhorada e nosso mundo será transformado para melhor.

³³ https://pt.wikipedia.org/wiki/Laudato_si%27

³⁴ <http://www.acritica.com/channels/cotidiano/news/onu-papa-critica-instituicoes-financeiras-e-pede-preservacao-do-meio-ambiente>

O Brasil tem sido bem sucedido na redução de emissões de gases do efeito estufa. Em 2009, quando a Conferência do Clima de Copenhague se mostrou um fracasso – com vários países relutantes em assumir ações para conter o aquecimento global –, o Brasil assumiu por conta própria um alvo de redução de gases de efeito estufa tendo por parâmetro o ano de 2005. Depois disso, as emissões de gases poluentes foram reduzidas em 41,1% entre 2005 e 2012, passando de 2,1 bilhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente para 1,2 bilhão de toneladas de dióxido de carbono. Contribuiu para esse resultado a redução em 79% no desmatamento na Amazônia legal, entre 2004 e 2015³⁵. O Brasil adotou em 2015, como principal compromisso, reduzir em 37%, até 2025, e em 43%, até 2030, as emissões de gases do efeito estufa.

O Primeiro Objetivo foi de Erradicação da Pobreza³⁶, tendo como meta principal, “até 2030, erradicar a pobreza extrema para todas as pessoas em todos os lugares, atualmente medida como pessoas vivendo com menos de US\$ 1,25 por dia”.

O Segundo Objetivo – Fome Zero e Agricultura Sustentável³⁷, destacamos as seguintes metas até 2030: acabar com a fome e garantir o acesso de todas as pessoas a alimentos seguros, nutritivos e suficientes durante todo o ano; dobrar a produtividade agrícola e a renda dos pequenos produtores de alimentos; garantir sistemas sustentáveis de produção de alimentos e implementar práticas agrícolas resilientes, que aumentem a produtividade e a produção, que ajudem a manter os ecossistemas, que fortaleçam a capacidade de adaptação às mudanças do clima, às condições meteorológicas extremas, secas, inundações e outros desastres, e que melhorem progressivamente a qualidade da terra e do solo; manter a diversidade genética de sementes, plantas cultivadas, animais de criação e domesticados e suas respectivas espécies selvagens, inclusive por meio de bancos de sementes e plantas diversificados e adequadamente geridos em nível nacional, regional e internacional, e garantir o acesso e a repartição justa e equitativa dos benefícios decorrentes da utilização.

O Objetivo 7³⁸, que trata da Energia Limpa e Acessível, uma das metas de destaque, até 2030, reforçar a cooperação internacional para facilitar o acesso a pesquisa e tecnologias de energia limpa, incluindo energias renováveis, eficiência energética e tecnologias de combustíveis fósseis avançadas e mais limpas, e promover o investimento em infraestrutura de energia e em tecnologias de energia limpa.

³⁵ <http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2015/11/com-proposta-mais-ambiciosa-Brasil-chega-a-COP21-como-importante-negociador-mundial-do-clima>

³⁶ <http://www.agenda2030.com.br/meta.php?ods=1>

³⁷ <http://www.agenda2030.com.br/meta.php?ods=2>

³⁸ <http://www.agenda2030.com.br/meta.php?ods=7>

O Objetivo 12³⁹, que trata da Produção e Consumo responsáveis, destaca-se: até 2030, alcançar gestão sustentável e uso eficiente dos recursos naturais; promover práticas de compras públicas sustentáveis, de acordo com as políticas e prioridades nacionais.

O Objetivo 13⁴⁰ - Ação Contra a Mudança Global do Clima destacamos: Implementar o compromisso assumido pelos países desenvolvidos partes da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima para a meta de mobilizar conjuntamente US\$ 100 bilhões por ano até 2020, de todas as fontes, para atender às necessidades dos países em desenvolvimento, no contexto de ações significativas de mitigação e transparência na implementação; e operacionalizar plenamente o Fundo Verde para o Clima, por meio de sua capitalização, o mais cedo possível

Bioética da sustentabilidade

A ciência como construção de conhecimentos sempre novos, mais amplos e profundos, precisa recuperar seu sentido existencial na vida humana integrada ao meio, numa perspectiva holística, abrindo-se a um questionamento cultural e histórico diante dessa realidade, limítrofe a cada novo instante, e deixar-se desafiar para dar respostas concretas, de curto, médio e longo prazos, às necessidades e anseios de todos os seres humanos e seu entorno ambiental e não somente de alguns que se julgam únicos destinatários de suas conquistas.

Esses reclamos por uma ética para a vida conduziram-nos para uma nova ciência, a bioética. Uma ética aplicada, especialmente preocupada e questionadora das ações científicas envolvidas com a manipulação genética, com as tecnologias de hiper produção mediante químicos, agrotóxicos e de super exploração dos solos, com as experiências e pesquisas em biomedicina, com o prolongamento da vida, com a transgenia, com a clonagem, entre outros.

A bioética tem sua origem em trabalhos publicados por Fritz Jahr (1895-1953), teólogo, filósofo e educador, nascido em Halle an der Saale, Alemanha. Em dezembro de 1926 escreveu um artigo onde dialoga com os novos conhecimentos como a biologia e a psicologia chamando para o contexto a questão da obrigação com os animais, apontando para um novo imperativo de uma ética relacionada com a vida, o de respeitar todos os seres vivos, conferindo-lhes um fim em si mesmo e tratando-os desta forma.

Em 1927 Jahr ampliou essa discussão cunhando definitivamente o termo Bioética ao escrever o editorial da principal revista de ciências naturais, *Kosmos*⁴¹, na qual fez uma

³⁹ <http://www.agenda2030.com.br/meta.php?ods=12>

⁴⁰ <http://www.agenda2030.com.br/meta.php?ods=13>

⁴¹ JAHN, Fritz. Bio=Ethik: Eine Umschau über ethischen Beziehungen des Menschen zu Tier und Pflanze. *Kosmos: Handweiser für Naturfreunde*. Stuttgart, vol. 24, pp. 2-4, 1927. In: SASS, Hans-Martin.

revisão sobre as relações éticas dos seres humanos com os animais e as plantas. Nele, entre outras questões, retoma o diálogo com a psicologia afirmando:

Por meio da biopsicologia começa-se a construir elementos para a bioética, como, por exemplo, a assunção de obrigações morais em relação aos seres humanos e todas as formas de vida. Na verdade, a bioética não é só uma descoberta dos tempos modernos. Um bom exemplo do passado é a figura de São Francisco de Assis (1182-1226), com seu grande amor pelos animais e sua compaixão por todas as formas de vida, séculos antes do romanticismo de Rousseau por toda a natureza. (JAHR, 2013b, p. 462)

Ele concluiu seu texto mediante uma defesa de todas as formas de vida reafirmando seu Imperativo Bioético: “Respeita cada ser vivo por questão de princípios e trate-os, se possível, como tal!” (JAHR, 2013b, p. 464).

Em geral, a literatura tem afirmado que o criador o termo teria sido o pesquisador norte-americano R. Potter (DINIS, GUILHEM, 2005, p. 11; PESSINI, BARCHIFONTAINE, 2008, p. 45). Mas estudos de médicos alemães, como Hans-Martin Sass, resgataram a autoria de Fritz Jahr. Com justiça Sass afirma:

Fritz Jahr inventou o termo “bioética” ao publicar dois artigos, um de 15 de dezembro de 1926, e outro, de 1927, em um Editorial da principal revista alemã de ciências naturais, *Kosmos*, e desenvolveu sua visão de bioética integradora e um imperativo bioético universal em poucas revistas não difundidas. É extraordinário o fato de uma revista científica prestigiada e bem estabelecida, comparada hoje apenas à reputação de *Nature Science*, aceitar um artigo de um pastor protestante desconhecido, que nunca tinha publicado antes – só nos méritos do seu conceito inovador de uma nova disciplina acadêmica integradora e um imperativo bioético rico em conteúdo que substituíram o imperativo categórico formal de Kant (SASS, 2013, p. 505)

Na sua origem, a bioética estava mais preocupada com as questões práticas da pesquisa. Mas sua raiz constitutiva levou-a para um privilegiar das questões relativas aos valores humanos envolvidos no conjunto das ações científicas. Assim, ainda não há uma definição conclusiva quanto ao conceito. Russ (1999, p. 139) aponta para essa diversidade de definições citando Pierre Deschamps, que define bioética como a ciência normativa do comportamento humano no campo da vida e da morte, David Roy para quem ela é o estudo das condições de gestão da vida humana e Guy Gurand que aponta para um conjunto de exigências para promover a vida e a pessoa no campo biomédico.

Fritz Jahr's Bioethischer Imperativ: 80 Jahre Bioethik in Deutschland von 1927 bis 2007. *Medizinethische Materialien*, Zentrum für Medizinische Ethik Bochum, Ruhr-Universität Bochum, Gebäude GA 3/53,44780 Bochum, August 2007. O referido texto está traduzido e publicado em português em JAHR, Fritz. Ensaio em ética e bioética 1927-1947, IN: PESSINI, Leo et al. *Ética e Bioética Clínica e Pluralismo – com ensaios originais de Fritz Jahr*. São Paulo: Centro Universitário São Camilo; Loyola, 2013. 455-501.

Fundamentada na ética da responsabilidade de Jonas e na ética do indivíduo de Kant, Russ (1999, p. 140) propõe uma nova definição:

A bioética designa então a expressão da responsabilidade em face da humanidade futura e distante que está confiada à nossa guarda, e a busca das formas de respeito devidas à pessoa – quer se trate de outrem ou de si mesmo – busca que se efetua particularmente considerando o setor biomédico e suas aplicações.

Entretanto, as pesquisas científicas e seus resultados não atingem apenas o ser humano. O que é o ser humano sem a natureza? Aliás, se o ser humano desaparecesse do planeta certamente a natureza teria mais chances de se recompor. Por isso a bioética ampliou sua investigação e questionamentos sobre todo o conjunto da tecnologia biológica que lida com os ecossistemas, os recursos animais, vegetais e humanos. Conforme Geni Maria Hoss (2013, p. 188):

A concepção da bioética integrativa, de Fritz Jahr, traz um novo modo de lidar com as questões ambientais ao ampliar as relações éticas para todos os seres vivos. As mudanças urgentes necessárias cabem ao ser humano, a começar por um novo olhar para a criação a partir da fé e das práticas dela decorrentes.

A bioética possui, assim, uma dimensão universal construída na diversidade dos saberes multi e interdisciplinares que buscam garantir e proteger todos os seres vivos e tudo aquilo do qual depende essa vida para que se desenvolva com qualidade e bem-estar. Para que todas as ações construídas no presente sejam crivadas pelos questionamentos com relação às futuras implicações. Significa resgatar a velha máxima de uma tribo indígena dizimada no continente norte-americano por ocasião da conquista. Todas as vezes que aquele povo necessitava tomar uma importante decisão, fazia-se o seguinte questionamento: Em que medida a nossa decisão e ação irá influenciar a vida para daqui até sete gerações?

De acordo com Sakamoto (2011) o Congresso Mundial de Bioética realizado em 2002 no Brasil destacou que os problemas sociais são também de responsabilidade da Bioética, mostrando a preocupação dos bioeticistas pelas desigualdades políticas, sociais e econômica entre os povos do mundo. As desigualdades geram centralização de poder nos países ricos e a injustiça nos países pobres. A Bioética, possui o compromisso e a responsabilidade com o futuro da humanidade, com os animais, plantas e o meio ambiente, em fim, a bioética assume responsabilidade com a preservação de nosso planeta.

Considerações finais

Diz o ditado popular que a história se repete como farsa ou como tragédia. Os anos de 2016 e 2017 nos induzem pensar muito sobre este ditado popular. Queremos com este texto

contribuir com as reflexões que os profissionais de ciências agrárias precisam fazer, para ir além do tecnicismo reducionista que o mercado tenta nos impor. Mergulhar na história agrária brasileira parece algo que não tem fim, mas depois deste rápido mergulho precisamos voltar para a superfície e seguir em frente, acreditando que com o que vimos podemos agir da melhor forma, por isto, este texto teve como fio condutor o questionamento sobre a ética no desenvolvimento rural, que nos permitem destacar dez observações e considerações finais.

A primeira observação a ser feita é a de que o Brasil teve e tem uma elite agrária e política das mais retrógradas do planeta. O Assalto, o massacre, a intolerância e a dizimação dos povos originários parece não ter fim. Continuamos a assistir a depreciação do conhecimento milenar dos povos indígenas, da sua sabedoria sobre a floresta, sobre os alimentos e medicamentos naturais produzidos por ela, sobre a água, sobre a vida que pode ser vivida em harmonia com a natureza.

A segunda questão é de que a escravidão não acabou. Fomos um dos últimos países a libertar os escravos, mas, maquiavelicamente, a continuar excluindo estas pessoas, impedindo que pudessem se tornar autônomos e livres de verdade. O Brasil fez pouco para se reconciliar com os equívocos políticos e éticos promovidos por cinco séculos de domínio dos latifúndios.

A terceira constatação é de que o sistema capitalista brasileiro é perverso, concentrador de riquezas e poder, é excludente. Depois de quatrocentos e cinquenta anos de domínio europeu, tivemos cinquenta anos de subordinação imposta pelo sistema capitalista controlado pelos Estados Unidos, com suas ditaduras, com o controle total dos seus organismos como o Fundo Monetário Internacional – FMI. Sob sua égide tivemos, recentemente, mais de duas décadas perdidas na nossa economia.

O quarto destaque é de que a partir da abertura democrática, da elaboração da Constituição Cidadã, da realização da Rio-92, a segunda conferência mundial sobre Meio Ambiente e do processo de construção da Agenda 21 brasileira, muitos progressos sociais e ambientais foram acontecendo.

A quinta análise é sobre as mudanças ocorridas no início do século XXI, com a eleição de governos democráticos, houve uma mudança significativa na construção, valorização e redirecionamento de políticas públicas. A participação popular influenciou o planejamento da gestão, as políticas públicas sintonizadas geraram diretrizes para a superação de heranças “malditas”, entre elas a presença do Brasil no mapa da fome mundial, superada apenas em 2014. O Brasil era apontado como modelo de futuro por sociólogos como Domênico Di Masi, e isto foi interrompido bruscamente.

A sexta consideração é de que o Desenvolvimento Sustentável e o Cuidado representam um novo paradigma para o desenvolvimento rural, apontando para uma nova

ética, no que diz respeito à relação que o homem estabelece em relação à natureza e entre si, na perspectiva de uma biocivilização.

A sétima questão é que temos boas experiências e boas práticas, que precisam ser conhecidas, incentivadas e multiplicadas. Temos ricas experiências de sustentabilidade no meio rural, seja na gestão da propriedade, na organização de cooperativas solidárias, na participação de políticas públicas como o PNAE, na construção de feiras orgânicas, que redesenham a relação entre agricultores e consumidores, entre o rural e o urbano.

A oitava observação é de que os sistemas sustentáveis, são frágeis, necessitam de monitoramento, apoio, sustentação técnica, social e política, existem riscos que precisam ser considerados, como construções humanas precisam de apoio, solidariedade e reconhecimento.

O nono apontamento é o chamamento da Agenda 2030, “O futuro da humanidade e do nosso planeta está em nossas mãos. Também está nas mãos da geração mais jovem de hoje, que vai passar a tocha para as gerações futuras. Temos mapeado o caminho para o desenvolvimento sustentável; será para todos nós, para garantir que a jornada seja bem-sucedida e seus ganhos irreversíveis”.

A décima consideração é sobre a pedagogia da esperança. Vamos terminar com uma mensagem do patrono da educação brasileira. Paulo freire disse que “Num país como o Brasil, manter a esperança viva é um ato revolucionário”. Sejamos revolucionários, a esperança é a última que morre.

Referências Bibliográficas

ANVISA. **Relatório das análises de amostras monitoradas no período de 2013 a 2015**. Brasília-DF: 2016. <http://portal.anvisa.gov.br>

ALTIERI, Miguel. **Bases científicas para uma agricultura sustentável**. 3 ed.

BRASIL. Os indígenas no Censo Demográfico 2010: primeiras considerações com base no quesito cor ou raça. Rio de Janeiro: **IBGE**, 2012a. https://ww2.ibge.gov.br/indigenas/indigena_censo2010.pdf

BRASIL. Projeto memória e verdade. Brasília: **Secretaria dos Direitos Humanos**. 2012b.

BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade: o que é e o que não é**. Petrópolis: Vozes, 2012.

BOFF, Leonardo. **O cuidado necessário**. Petrópolis: Vozes, 2013.

CARNEIRO, Fernando Ferreira (org). Dossiê ASBRSCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular, 2015.

CARSON, Rachel. **Primavera silenciosa**. São Paulo: Gaia, 2010. Tradução de Cláudia Sant'Anna Martins.

CASTRO, Josué. **Geografia da fome**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2002.

COMPARATO, Fábio Konder. **ÉTICA: direito, moral e religião no mundo moderno**. São Paulo: Companhia das Letras, 2006.

DE MASI, Domenico. O futuro chegou: . Rio de Janeiro: Casa da Palavra 2014.

DORST, Jean. **Antes que a natureza morra**. São Paulo: Edgard Blücher, 1973.

FONECA, M. T. L. da. **A extensão rural no Brasil, um projeto educativo para o capital**. São Paulo: Loyola, 1985.

FREYRE, Gilberto. **Casa-grande & senzala: formação da família brasileira sob regime da economia patriarcal**. São Paulo: Global, 2003. 48ª edição

FREIRE, P. **Comunicação ou extensão**. Rio de Janeiro: Ed. Paz e Terra, 1983.

GIANSANTI, Roberto. **O desafio do desenvolvimento sustentável**. São Paulo: atual, 1998.

GÖRGEM, Sérgio Antônio, Frei. **Trincheiras da resistência camponesa: sob o pacto do poder do agronegócio**. Candiota: Instituto Cultural Padre Josimo, 2017.

GUIMARÃES, Alberto Passos. **Quatro séculos de latifúndio**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1989.

HOSS, G. M. *Relevância da abordagem bioética de Fritz Jahr para o enfoque teológico da teologia prática*. Tese de Doutorado; orientadora Valburga Schmiedt Streck, São Leopoldo: EST/PPG, 2013.

JAHN, F. Bio=Ethik: Eine Umschau über ethischen Beziehungen des Menschen zu Tier und Pflanze. *Kosmos: Handweiser für Naturfreunde*. Stuttgart, vol. 24, s. 2-4, 1927. In: SASS, H.-M. Fritz Jahr's Bioethischer Imperativ: 80 Jahre Bioethik in Deutschland von 1927 bis 2007. *Medizinethische Materialien*, Zentrum für Medizinische Ethik Bochum, Ruhr-Universität Bochum, Gebäude GA 3/53,44780 Bochum, August 2007.

JAHN, F. Ciência da vida e ética, 15 de dezembro de 1926 – conhecimento antigo em roupa nova, IN: PESSINI, Leo et al. *Ética e Bioética Clínica e Pluralismo – com ensaios originais de Fritz Jahr*. São Paulo: Centro Universitário São Camilo; Loyola, 2013a. 459-461.

JAHN, F. Bioética, 1927 – Revendo as relações éticas dos seres humanos com os animais e plantas, IN: PESSINI, Leo et al. *Ética e Bioética Clínica e Pluralismo – com ensaios originais de Fritz Jahr*. São Paulo: Centro Universitário São Camilo; Loyola, 2013b. 461-464.

LUTZEMBERGER, José. **Fim do Futuro: Manifesto Ecológico Brasileiro**. Porto Alegre: Movimento/UFRGS, 1980.

NAZOYER, Marcel; ROUDART, Laurence. **História das agriculturas do mundo: do neolítico à crise contemporânea**. Lisboa: Piaget, 2001. Tradução de José Luís Godinho.

PÁDUA, J. Augusto. **Um sopro de destruição: pensamento político e crítica ambiental no Brasil escravista**. Rio de Janeiro: Zahar, 2002.

RIBEIRO, Darcy. **O povo brasileiro: a formação e o sentido do Brasil**. São Paulo: Companhia das Letras, 1995. 2ª edição.

ROCCO, Rogério. Estado brasileiro apoia desmatamento, apesar de políticas setoriais de controle. **Rede Brasil Atual: IHU On-Line. Entrevista, à Patricia Fachin.** <http://www.redebrasilatual.com.br/ambiente/2017/01/estado-brasileiro-apoia-desmatamento-apesar-de-politicas-setoriais-de-controle-9168.html>

RUSS, J. **Pensamento ético contemporâneo**. 2 ed. São Paulo : Paulus, 1999. (Coleção filosofia em questão)

SAKAMOTO, Bernardo Alfredo Mayta. Os Fundamentos da bioética. Revista Pesquisa em Foco: Educação e Filosofia. Vol 4, nº 4. Ano 4. Jul 2011.

SASS, H.-M. O pai da bioética moderna (1895-1953), In: PESSINI, Leo et al. *Ética e Bioética Clínica e Pluralismo – com ensaios originais de Fritz Jahr*. São Paulo: Centro Universitário São Camilo; Loyola, 2013. 505-514.

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2009.

SEN, A. **Desenvolvimento como Liberdade**. São Paulo: companhia das letras, 2010.

STÉDILE, João Pedro. **A questão agrária no Brasil: O debate tradicional – 1500-1960**. São Paulo: Ed. Expressão Popular, 2011.

STÉDILE, João Pedro. **A questão agrária no Brasil**. São Paulo: Ed. Atual, 1997.

VIOLA, EDUARDO E LEIS, HECTOR R. **Desordem global da biosfera e a nova ordem internacional: o papel organizador do ecologismo**. In: ANPOCS, Revista de Ciências Sociais Hoje, SP, Vértice/Ed.Revista dos Tribunais, 2008.

ZONIN, Wilson João. Agroecologia, transição agroecológica e mudança ambiental. in: BRANDENBURG, Alfio.; FERREIRA, Angela D. D. **Agricultores ecológicos e o ambiente rural: visões interdisciplinares**. São Paulo: Annablume, 2012.

Capítulo 2

O jovem rural e as perspectivas da sucessão nas propriedades de agricultura familiar

Nardel Luiz Soares da Silva¹

Luis Carlos Lunardi²

Pedro Celso Soares da Silva³

Wilson João Zonin⁴

Vanildo Heleno Pereira⁵

Keili Lucí Rocha⁶

Janete Maragno Madureira⁷

Luis Alves Feitosa Filho⁸

Gilson Martins⁹

¹ Professor Associado da Unioeste nos Cursos de Graduação em Agronomia e Zootecnia e Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável - PPGDRS. Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE. Campus de Marechal Cândido Rondon. Rua Pernambuco, 1777, Marechal Cândido Rondon – PR. E-mail: nardel.silva@unioeste.br.

² Engenheiro Agrônomo, Extensionista da EPAGRI, município de Tubarão-SC.

³ Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitotecnia - Pesquisador do IAPAR -Pato Branco-PR.

⁴ Professor Associado da Unioeste nos Cursos de Graduação em Agronomia e Zootecnia e Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável - PPGDRS.

⁵ Engenheiro Agrônomo, Mestre em Desenvolvimento Rural Sustentável - Professor nos Cursos de Agronomia e Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da UNIOESTE.

⁶ Pedagoga, Mestre em Desenvolvimento Rural Sustentável pela UNIOESTE – Campus de Marechal Cândido Rondon; Professora da Faculdade Sul Brasil – FASUL, Toledo, PR. keilyluci@yahoo.com.br.

⁷ Graduação em Estudos Sociais e Psicologia, Mestre em Desenvolvimento Rural Sustentável pela UNIOESTE – Campus de Marechal Cândido Rondon. psicjanete@ig.com.br.

⁸ Administrador, mestrando em Desenvolvimento Rural Sustentável pela UNIOESTE - Campus de Marechal Cândido Rondon-Pr. Professor da Associação Amperense de Ensino Superior S/C Ltda, FAMPER, Brasil.

⁹ Advogado, Mestre em Desenvolvimento Rural Sustentável pela UNIOESTE - Campus de Marechal Cândido Rondon-Pr. Extensionista do Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural.

Introdução

A preocupação com a sucessão familiar na agricultura é assunto de grande importância quando se pensa em um desenvolvimento rural, baseado nos princípios da sustentabilidade. Isto porque, os sucessores são atores sociais, geralmente jovens, que

trazem uma gama de conhecimentos técnicos e culturais, historicamente construído entre as gerações familiares. Assim, a continuidade destes, atores no meio rural, possibilita que estes conhecimentos não se percam, e, que a partir deles, haja um repensar para o desenvolvimento social, político, cultural econômico e ambiental do meio rural.

O que é sucessão familiar?

Segundo o Dicionário Aurélio, “*sucessão*” significa hereditariedade, bens que uma pessoa deixa ao morrer, série de coisas ou de pessoas, continuação, transmissão de um direito ou de bens, direitos ou encargos transmitidos aos sucessores, geração, prole, herdeiros.

Já no Dicionário Jurídico, o qual toma por base a Constituição Federal e o Código Civil, Sucessão significa transferência por morte, da herança ou, então, do legado, ao herdeiro/legatário, em razão de lei ou testamento.

A sucessão também pode ser caracterizada pelo ato jurídico por meio do qual uma pessoa substitui outra em seus direitos e obrigações, trazendo consequências na relação entre pessoas vivas, quando morre alguém. Admite-se, assim, duas formas de sucessão: inter-vivos e causa-mortis, respectivamente.

Para Leone (2004), a sucessão é o processo de transferência do poder e do capital entre o atual e o futuro dirigente da empresa. Morgan (1996) apud Leone (2004) diz que “ao criarmos organizações, estamos criando estruturas de atividades que são maiores do que a vida e que, frequentemente, sobrevivem por gerações”. A sucessão na empresa familiar pode acontecer de forma gradativa e planejada ou através de processo inesperado ou repentino quando ocorre morte, acidente ou doença, afastando o dirigente do cargo. Quando o processo sucessório é definido com antecedência, permitindo ao sucessor participar do processo, a sucessão poderá ocorrer de forma pacífica. Porém, quando o processo sucessório se dá de forma inesperada ou repentina, muitas vezes após a morte do fundador, o sucessor poderá ter maiores dificuldades para garantir o sucesso da empresa.

Quando chega o momento da sucessão e os sucessores não estão aptos ou qualificados para sucederem, significa, entre outros fatos que o processo sucessório não foi planejado. Lodi (1993), citado por Leone (2004) afirma que frequentemente o fundador se dedica muito a erguer seu império e esquece-se de preparar os sucessores, geralmente filhos. É nessa segunda geração que se inicia a disputa pelo poder, em geral porque existem vários herdeiros que nem sempre conseguem crescer juntos em harmonia.

Agricultura familiar

A agricultura familiar é um segmento da agricultura brasileira, fundamental para o desenvolvimento rural e, conseqüentemente, para a segurança e soberania alimentar do país. Além da produção de alimentos em quantidade e qualidade que atenda às necessidades da população, a agricultura familiar também é responsável pela produção de fibras para tecelagem e matéria prima para fins energéticos. Assim, tem uma contribuição significativa na geração de ocupações em todas as cadeias produtivas agropecuárias, no desenvolvimento e preservação da cultura rural, nos valores sociais e, na relação direta com a natureza. Porém, de acordo com vários estudos, os quais serão abordados neste trabalho, a continuidade desse segmento de agricultores, encontra muitas dificuldades, principalmente, pela falta de sucessores, por causa da emigração de agricultores e descendentes para o meio urbano.

A agricultura familiar, no Brasil, passou a ser reconhecida, a partir de 2006, através da Lei n. 11.326, que estabeleceu as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. A partir daí, foram criadas políticas públicas para esta classe, as quais trouxeram significativos avanços ao meio rural. Mesmo assim, estas políticas não atenderam na íntegra as necessidades da juventude rural, que continuou migrando, principalmente para os centros urbanos (BADALOTTI et al., 2007; BRASIL, 2006, COSTA; LRALISCH, 2013).

Tomando por base o Art. 3º da Lei Federal 11.326/2006, considera-se agricultor familiar o empreendedor que pratica atividades no meio rural, atendendo, simultaneamente, aos seguintes requisitos:

- I - Não detenha, a qualquer título, área maior do que 4 (quatro) módulos fiscais;
- II - Utilize predominantemente mão de obra da própria família nas atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento;
- III - Tenha percentual mínimo da renda familiar originada de atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento, na forma definida pelo Poder Executivo;
- IV - Dirija seu estabelecimento ou empreendimento com sua família.

Também, no Estatuto da Terra, Lei nº 4.504/64, no inciso II do artigo 4º, a definição de propriedade familiar traz a seguinte redação: "o imóvel que, direta e pessoalmente, explorado pelo agricultor e sua família, absorva-lhes toda a força de trabalho, garantindo-lhes a subsistência e o progresso social e econômico, com área máxima fixada para cada região e tipo de exploração, e eventualmente trabalhado com a ajuda de terceiros".

Já, o programa de Fortalecimento da Agricultura Familiar – PRONAF, classifica os produtores rurais através dos seguintes indicadores: que sejam proprietários, posseiros, arrendatários, parceiros ou concessionários da Reforma Agrária; residam na propriedade ou

em local próximo; detenham, sob qualquer forma, no máximo 4 (quatro) módulos fiscais de terra, quantificados conforme a legislação em vigor, ou no máximo 6 (seis) módulos quando se tratar de pecuarista familiar; com 80% da renda bruta anual familiar, advinda da exploração agropecuária ou não agropecuária do estabelecimento e mantenham até 2 (dois) empregados permanentes – sendo admitida a ajuda eventual de terceiros.

A maioria das definições de agricultura familiar, leva em consideração os seguintes indicadores: mão de obra utilizada na unidade de produção, tamanho da unidade de produção, direção dos trabalhos e renda gerada, pela unidade de produção. Em todas, há um ponto em comum: ao mesmo tempo em que é proprietária dos meios de produção, a família assume o trabalho no estabelecimento (TINOCO, 2008).

“Esses agricultores familiares respondem por parte relevante da produção de alimentos e matérias-primas no Brasil. Segundo o Censo Agropecuário de 2006, eles dirigem 85% dos estabelecimentos rurais, exploram 30% da área agrícola e respondem por 38% da produção e 66% da ocupação na agropecuária. Apesar disso e do apoio de programas públicos, desde a década de 1990, observa-se que filhos e filhas de agricultores – sucessores da unidade familiar – têm buscado oportunidades de trabalho fora do meio rural. Os estudos sobre sucessão indicam que transição demográfica, diferenciais de educação, integração campo-cidade, renda baixa, masculinização e envelhecimento no campo estimulam as emigrações” (MENDONÇA et al., 2013, p. 446).

A sucessão na agricultura familiar

A sucessão implica na formação de novas gerações de agricultores e envolve três componentes: a transferência patrimonial; a continuação da atividade profissional paterna e a retirada das gerações mais velhas da gestão do patrimônio (COSTA, 2010).

Segundo Mendonça et al. (2008) citado por Costa (2010), a transferência patrimonial envolve a transmissão da terra e dos ativos existentes para a próxima geração. Geralmente, não é imediata, a passagem da gerência e da utilização do patrimônio de uma geração a outra (COSTA, 2010).

Vale ressaltar que no processo sucessório o poder patriarcal mantém-se hierárquico e como base fundamental para definir todos os passos que envolvem a passagem do patrimônio da família. O pai é a figura central no processo sucessório na agricultura familiar, tendo o poder de decidir qual o momento e a forma da passagem das responsabilidades de gerenciamento e gestão do estabelecimento para a próxima geração (COSTA, 2010).

Costa (2010), descreve no Quadro 2.1 a seguir, alguns indicadores da pesquisa realizada pela Univates (2005), acerca da visão dos atuais responsáveis pela propriedade sobre as razões, manifestadas pelos jovens para quererem permanecer ou abandonar a propriedade paterna que são:

Quadro 2.1 Fatores internalizados pelos jovens rurais do vale do Taquari em relação as suas escolhas de ficar ou abandonar as propriedades rurais paternas.

Fatores que atraem os jovens para a área urbana, na opinião dos responsáveis das atuais propriedades	Fatores que mantêm os jovens na área rural na opinião dos responsáveis das atuais propriedades
<ul style="list-style-type: none"> •Salário constante •Trabalho menos penoso •Mais tempo livre (férias, fim-de-semana livre) •Possibilidade de estudo •Liberdade de escolha de opções de trabalho •Possibilidades maiores de aposentadoria • Mais lazer •Vida social mais intensa • Melhor Status 	<ul style="list-style-type: none"> • Apego e amor a terra •Custo de vida mais barato •Um lugar mais seguro •Ser dono de seu próprio negócio •Melhor qualidade de vida •Garantia de trabalho •Tradição •Dificuldade de arrumar emprego •Vocação • Mais próximo a família •Melhor remuneração

Fonte- Pesquisa Dinâmica populacional e a sucessão na agricultura familiar do Vale do Taquari – UNIVATES / FETAG / MDA (novembro de 2005).

Esse desejo migratório dos jovens, em grande parte, é justificado por uma visão relativamente negativa da atividade agrícola e dos benefícios que ela proporciona, além das características referentes à limitação do tamanho da área de terra ou problemas existentes na transferência dos estabelecimentos agrícolas familiares à nova geração (BRUMER, 2004).

A velha tradição, na qual geralmente o filho mais novo ficava na propriedade, começa a desaparecer, permanecendo quem possui menos vocação para o estudo. Assim, cria-se um círculo vicioso em que permanecer no meio rural associa-se a uma espécie de incapacidade pessoal de trilhar o suposto caminho do sucesso que, neste caso, consiste no fato de ter conseguido migrar, e aquele que não investe no conhecimento será identificado como aquele que permanecerá no reduto dos velhos, dos aposentados e aquele que “não conseguem sair” (CARNEIRO, 2001). Atividades de socialização como cultura e lazer podem contribuir para a valorização do meio rural, mas possuem pouco espaço nas comunidades. Por isso, os jovens rurais acabam encontrando mais alternativas nas cidades. Castro (1998), apud Costa; Ralisch (2013) afirma que as fronteiras rurais e urbanas são constantemente diluídas no cotidiano. Morando em áreas rurais e transitando por áreas urbanas, os jovens vivenciam diferentes redes sociais e práticas culturais.

Na percepção de Brumer (2007, p. 2), dois aspectos devem ser considerados para a saída dos jovens do meio rural: "negatividade da atividade agrícola e seus ganhos e os problemas em decorrência da passagem dos estabelecimentos agrícolas familiares aos sucessores, à nova geração". A continuidade da ação migratória campo-cidade, tem como principal atração a possibilidade de trabalho remunerado.

Iniciativas

Segundo Guaraná de Castro (2009), algumas entidades sociais também iniciaram projetos e programas para a juventude rural, principalmente a partir de 2001, tendo como destaque a FETAEP (Programa Jovem Saber), FAEP (Jovem aprendiz), CEDEJOR (Centro de desenvolvimento do jovem rural), CONTAG (Comissão nacional de jovens trabalhadores e trabalhadoras rurais), FETRAF (Coletivos de juventude), MAB (Coletivo nacional), MST (Coletivo nacional da juventude), Costa; Ralisch (2013). Via Campesina Brasil (Coletivo nacional de juventude) e EMATER de alguns estados, além de outras organizações que já realizam projetos mais antigos, como PJ e PJR (Pastoral da juventude rural), ARCAFAR (Associação regional das casas familiares rurais), PRONERA (Programa nacional de educação na reforma agrária).

Dentre as iniciativas acima apresentadas, destaca-se a iniciativa da EPAGRI/SC, que foi apresentada por ocasião da VII SECIAGRA/2016. A EPAGRI, desenvolve junto aos agricultores, um curso de formação de liderança, gestão e empreendedorismo com Jovens Rurais, do qual descrever-se-á os principais passos a seguir:

Curso de formação em liderança, gestão e empreendedorismo com Jovens Rurais

- Qualificação de Jovens Rurais e famílias para a sucessão.

Propósito do Curso

- Formar Lideranças com espírito empreendedor e de sustentabilidade;
- Fortalecer espírito de solidariedade e inovação;
- Desenvolver iniciativas;
- Oportunizar a inserção no mundo digital;
- Valorizar os saberes locais e técnicos científicos;
- Consolidar a consciência ambiental;
- Ampliar a identidade da Agricultura Familiar.

SC Rural – Ação com Jovens

- Duração de 09 meses
- Com 03 dias por mês no Cetuba (Centro de treinamento na cidade de tubarão/SC);
- Alternância em 07 etapas;
- Assessoria na Propriedade.

SC Rural – Ação com Jovens

- Aulas: 27 Dias;
- Pernoites: 18;
- Alternância: 07
- Encontro Com Pais E Jovens: 03.

Eixos Temáticos e conteúdos

- Eixo 1 – Desenvolvimento Humano:
 - Desenvolvimento Pessoal e interpessoal;
 - Liderança;
 - Ética e cidadania;
 - Resgate histórico cultural e modelos de agricultura familiar;
 - Sucessão Familiar.
- Eixo 2 – Gestão Ambiental:
 - Legislação;
 - Energias Alternativas;
 - Saneamento Ambiental;
 - Gestão da água e do solo;
 - Educação Ambiental.
- Eixo 3 – Gestão de Negócios:
 - Empreendedorismo;
 - Gestão da Propriedade;
 - Associativismo e redes de cooperação.
- Eixo 4 – Desenvolvimento Técnico: Piscicultura
 - Sistemas de cultivo;
 - Nutrição de peixes;
 - Qualidade de água;
 - Manejo em geral;
 - Sanidade;
 - Despesca e Beneficiamento;
 - Custos de produção.

Compromissos dos Jovens participantes

- Participar de forma ativa e empreendedora;
- Estar aberto a inovações;
- Participar durante todo o curso;
- Estudar sua comunidade e sua cultura;
- Descobrir as potencialidades de sua propriedade e comunidade;
- Apoiar ações dos demais jovens.

Parcerias

- Projeto Beija-flor da SAR;
- Secretaria de Estado Turismo e Lazer - SOL;
- Programa Santa Catarina Rural;
- SDR – Secretarias de Desenvolvimento Regionais;
- Prefeituras Municipais;
- Universidades;
- Polícia Ambiental e FATMA.

Estes projetos e programas específicos para a juventude revelam muito sobre como esses jovens se percebem. Se por um lado reforçam questões consideradas específicas, como acesso à educação e a terra, por outro, constroem transformações sociais da própria realidade do campo e da sociedade brasileira.

Sucessão familiar: um estudo de caso nas regiões Oeste e Sudoeste do Estado do Paraná

No Brasil, um país com grande potencial agrícola, presencia-se nesse momento de nossa história, uma crise quando o assunto é a sucessão familiar no meio rural, podendo ser esta, em razão de outras oportunidades atrativas, principalmente para os mais jovens, ou seja, os filhos dos agricultores. Estes buscam por futuros diferentes de seus pais, que, por sua vez, almejam melhores condições de vida em outros ramos de atividades, geralmente no meio urbano.

A partir desta problemática, busca-se entender quais são os principais indicadores de ordem econômica, política ou social que contribuem para que não haja interesse dos jovens em ser os sucessores para a continuidade das unidades de produção agropecuária do tipo familiar. Entende-se que, em todos os aspectos, existem razões para explicar as causas da pouca permanência de jovens na agricultura familiar.

Com base nisso, desenvolveu-se um estudo através da realização de um diagnóstico em propriedades dos municípios de Santa Helena, região Oeste e Realeza, Sudoeste do Paraná, para analisar a situação em que se encontra a sucessão familiar e o que os produtores destas regiões destacam com relação à descontinuidade do trabalho dos filhos no campo.

Indicadores de sustentabilidade: apontamentos para a problemática da sucessão familiar em Realeza e Santa Helena - PR

A dinâmica da pesquisa deve ser evidenciada pelas interações entre os indicadores escolhidos. Para tanto, os mesmos estão pautados na teoria de Sachs (1990) na qual a sustentabilidade tem como base cinco dimensões principais que são a sustentabilidade social, cultural, ecológica, ambiental e econômica.

Com base nestes princípios, formulou-se um quadro, organizado a partir de um Tema, com respectivos descritores e indicadores para diagnosticar a problemática estabelecida, ou seja, a evasão dos jovens do meio rural para os centros urbanos.

Procedimentos metodológicos

Para a realização da pesquisa utilizou-se um formulário com 17 questões, que foram aplicadas em 20 propriedades, sendo 10 no município de Santa Helena e 10 no município de Realeza, Paraná. As perguntas foram dirigidas ao casal proprietário, com a finalidade de levantar dados sobre a sucessão familiar nas unidades produtivas. As propriedades foram

escolhidas, a partir de informações preliminares, levantadas junto a organizações como EMATER, Prefeituras e Associações de Agricultores.

A partir destas configurações, pensou-se numa visão global, Quadro 2.2, sobre o tema e foram apontados os seguintes indicadores através de um esquema para análise nos municípios citados:

Quadro 2.2 Apontamentos de descritores e indicadores para a diagnóstico da sucessão familiar

TEMA	DESCRIPTOR	INDICADOR (ES)
Perfil familiar	Família	Total de filhos do casal Descendência Número de filhos e filhas Idade do pai e da mãe
Renda familiar	Renda	Renda mensal familiar
Terra	Área	Hectare
Origem da propriedade	Origem	Herança Crédito fundiário Reforma agrária
Atividades desenvolvidas	Atividades	Agricultura Pecuária Agroindústria Outras atividades
Êxodo rural	Êxodo dos filhos	Estudo Trabalho/salário Falta de crédito Falta de espaço físico Dificuldades financeiras Fenômenos climáticos Casamento dos filhos Falta de perspectivas
Perfil do jovem que sai do campo	Gênero	Feminino/ masculino Idade Estado civil Escolaridade
Reversão da problemática	O que os pais inferem sobre a falta de continuidade dos filhos na agricultura	Recursos Incentivos Políticas Públicas.
Incentivos para a agricultura familiar	Aspectos urgentes para incentivar os jovens a permanecerem no campo	Políticas públicas Crédito rural Escolarização nos bairros rurais

Fonte: Os autores/2015

Resultados e discussão

Perfil familiar e caracterização das propriedades

As famílias, pesquisadas, fazem parte de uma pequena amostragem, situada nas regiões Oeste e Sudoeste do Paraná respectivamente. São 10 propriedades no município de Realeza e 10 em Santa Helena. Esta última pode ser visualizada no georreferenciamento da área pesquisada (Figura 2.1).

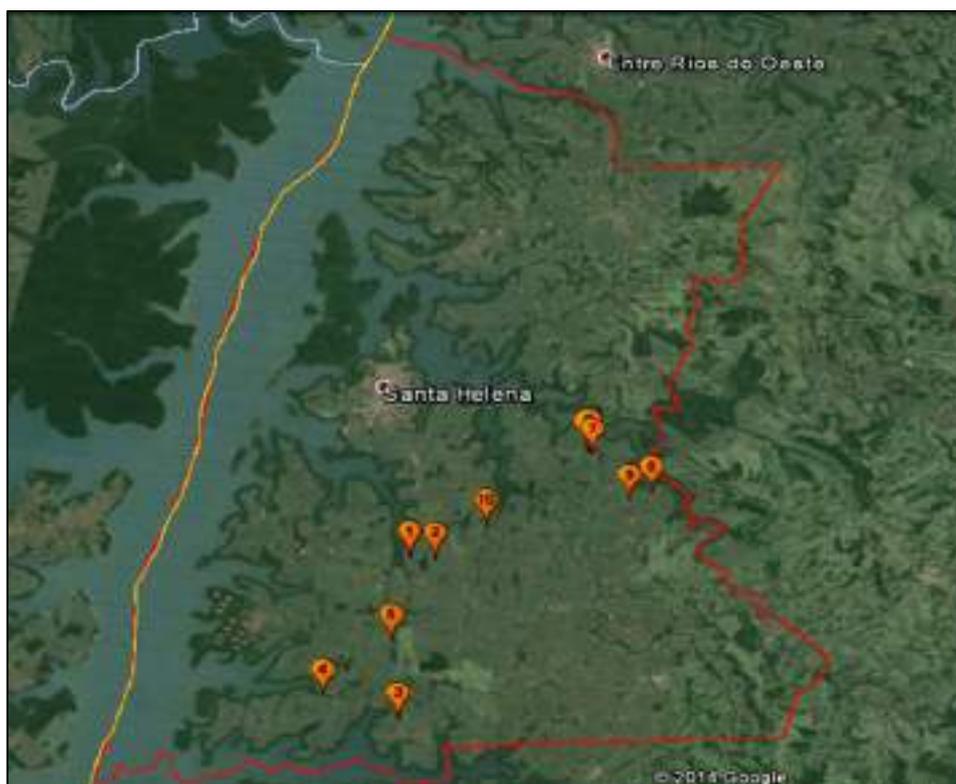


Figura 2.1 Georreferenciamento das propriedades pesquisadas em Santa Helena – PR. Fonte: Os autores/2015.

As famílias pesquisadas possuem para início de análise, um baixo número de filhos, sendo que em ambos os municípios varia entre 1 até 4, sendo que a média fica em 3 filhos por casal. O número de filhas mulheres (1 até 2) é menor que de homens (1 até 4) em Santa Helena, quase equiparando-se com o município de Realeza, onde filhos homens (1 até 3) e mulheres (1 até 2).

Isto denota que as famílias estão cada vez mais reduzidas, o que compromete a sucessão nas pequenas propriedades.

A idade dos pais, segundo os resultados da análise dos dados dos municípios demonstra uma diferenciação, sendo que em Santa Helena, a idade da mãe ocupa 33% com

até 50 anos e do pai 33% se encontra até a faixa de 55 anos. Em Realeza, a idade da mãe ocupa 40% entre 51 e 55 anos e o pai, 50%, até os 50 anos. Neste, a idade das mães já é mais avançada, ao contrário dos pais, pouco mais jovens.

A área das propriedades pode ser visualizada na Tabela 2.1. Conferem tamanhos de áreas excepcionalmente pequenos de onde, segundo os produtores, sai o sustento de suas famílias.

No município de Realeza, a maior parte das áreas são utilizadas para fomentar a produção leiteira através da produção de milho para silagem.

Tabela 2.1 Área das propriedades pesquisadas nos municípios de Realeza e Santa Helena - PR, 2013.

MUNICIPIOS	REALEZA		SANTA HELENA	
	FREQUÊNCIA	%	FREQUÊNCIA	%
Área em hectares				
Menor 5,1	1	10	0	0
Entre 5,1 a 10	3	30	1	10
Entre 10,1 a 15	2	20	0	0
Entre 15,1 a 20	0	0	2	20
Entre 20,1 a 25	3	30	1	10
Entre 25,1 a 30	0	0	0	0
Entre 30,1 a 35	0	0	2	20
Entre 40,1 a 45	0	0	0	0
Entre 45,1 a 50	0	0	3	30
Maior que 50,1	1	10	1	10
Total	10	100	10	100

Com relação ao tamanho das áreas, comparando os dois municípios, Realeza apresenta uma concentração de propriedades com área até 25 hectares, enquanto em Santa Helena a concentração de área está acima de 25 hectares. Isto pode ser explicado pela topografia do terreno, pois no Sudoeste a região é mais acidentada e no Oeste a topografia é mais plana. Este é um indicador que diferencia o modo de uso da terra, ou seja, o modo de produção de cada uma das regiões, já que no Sudoeste é mais corrente a produtividade leiteira na pequena propriedade, sendo a fonte principal de renda, enquanto na região Oeste, destaca-se a pecuária leiteira, e suinocultura como alternativas para agregar mais renda, sendo que a produção de soja e milho são consideradas as principais atividades.

Este aspecto é contemplado pela sustentabilidade que significa a “possibilidade de obterem continuamente condições iguais ou superiores de vida para um grupo de pessoas e seus sucessores em dado ecossistema” (CAVALCANTI, 1998 apud GOMES, 2004).

A origem das propriedades, em ambos os municípios, pesquisados, vêm da compra por 50% dos pesquisados e 50% herdados da família, sendo herança. Neste caso suscita uma reflexão sobre a sucessão familiar. Toda esta caracterização é necessária para que se possa pensar a sucessão familiar e buscar compreender os fatores que dificultam a continuidade dos filhos no campo.

O porquê do êxodo rural dos filhos

Foram pesquisadas as causas do êxodo dos filhos nas propriedades rurais, Tabela 2.2. A entrevista deu-se com os pais, buscando ressaltar os fatores coadjuvantes neste processo. Segundo Silvestro (2001), a ausência de perspectivas no meio familiar também pode ser um dos motivos do afastamento da atividade agrícola.

Tabela 2.2 Causas do êxodo rural nas propriedades pesquisadas, municípios de Realeza e Santa Helena - PR

CAUSA	REALEZA		SANTA HELENA	
	Frequência	%	Frequência	%
Estudo	7	70	8	80
Falta de espaço físico	2	20	0	
Casamento dos filhos	4	40	1	10
Trabalho/salário	0	0	2	20

O que se percebe com as causas do êxodo dos filhos das propriedades rurais é preocupante, mesmo numa pequena parcela de amostra. É perceptível que a grande maioria vai em busca de estudo, também incentivados pelos próprios pais que preferem apoiar, já que não tiveram a mesma oportunidade. O estudo é um dos fatores significativos.

Assim, o estudo esclarece a respeito do que vem acontecendo com relação a poucos jovens no campo, bem como o futuro do meio rural familiar e o destino da agricultura e das terras. De acordo com Silvestro (2001, p. 8),

“Para a sociedade é um problema que essas terras não venham a reentrar no circuito de reprodução da mesma agricultura familiar e que, por meio do mercado, acabem sendo incorporadas pela grande propriedade e/ou dedicada a pecuária extensiva, que reduz o número de empregos e o efeito economicamente multiplicador do trabalho”.

Conforme os diálogos provenientes da pesquisa, o êxodo dos filhos é conflitante quando perguntado aos pais se incentivavam a permanência dos mesmos na propriedade. Em Santa Helena, 50% afirma que incentiva e 50% que não e, em Realeza, 60% incentiva e 40% não incentivam seus filhos a permanecer no campo. Observa-se que, ao mesmo tempo

em que desejam futuros melhores para seus filhos, também gostariam que continuassem o trabalho iniciado pelos pais. Os contrários a esta visão demonstraram deixar seus filhos, livres para suprir suas necessidades, principalmente financeiras, ficando explícita a situação de que no campo a vida é “sofrida”, e que segundo uma mãe “*de sofrido chega nós, a gente quer um futuro bom pra eles*”.

Neste sentido, depois do estudo, outro fator que leva principalmente as jovens a saírem do campo, é o casamento como também o trabalho, ou seja, casam-se e vão para a cidade ou centros maiores a procura de melhores condições de vida.

Segundo Silvestro (2001, p. 28) “se até final dos anos 1960, a continuidade na profissão agrícola podia revestir-se de caráter de uma obrigação moral, hoje esta pressão deixou de existir”

Os pais, ao relatarem sobre tais situações, percebeu-se que, demonstram um grande amor e valorização pelo campo. Mas a razão é que, por não terem oportunidades de estudo, de um trabalho além da lavoura, querem oferecer aos filhos aquilo que não lhes foi oportunizado e, por isso, acabam, muitas vezes, sofrendo as consequências e deixando que os próprios filhos decidam seus futuros. Assim, a sucessão da família nos trabalhos do campo vai tornando-se escassa e pouco discutida, gerando até a eliminação de muitas pequenas propriedades.

Perfil do jovem que sai do campo e a questão da sucessão familiar: impasses e reversão da problemática

Os impasses sociais da sucessão hereditária na agricultura familiar constituem uma das consequências da dinâmica fundiária concentracionista que exige uma política continuada, corajosa, persistente, de correção e de revisão (SILVESTRO, 2001). A conspiração para o latifúndio vem privando cada vez mais a família rural e as novas gerações, que também por necessidade e por conta da burocracia almejam futuros que não sejam os mesmos dos pais.

Neste caso, o baixo número de filhos já é alarmante. O perfil mostra que 64% dos filhos homens saem da propriedade sendo que em Santa Helena apenas 35% são do sexo feminino e, em Realeza 40% dos casos possuem tanto filhos como filhas que saíram, sendo que em 20% é constituído de homens ou de mulheres.

Quanto à escolaridade a Tabela 2.3 apresenta os dados, coletados em ambos os municípios, sendo que é perceptível que em Santa Helena, dos entrevistados 30% estão na universidade e 10% na pós-graduação. No município de Realeza 60% tem Ensino Médio completo e 40% o Ensino Fundamental, sendo que nenhum dos filhos está no ensino superior.

Dentre os pesquisados, a região Oeste, mais precisamente o município de Santa Helena, apresenta uma escolaridade mais avançada em relação ao município da região Sudoeste – Realeza. Neste, os filhos dos agricultores ainda concluíram apenas o Ensino Médio enquanto que no primeiro caso, a pesquisa diagnosticou especialistas. Isto explica-se, segundo análises, realizadas, que na região sudoeste possui mais casos de filhos que ajudam no serviço da produção leiteira, o que demanda maior mão de obra e assim, “menos tempo” para sair e estudar, por exemplo. Ou ainda, este panorama apresenta-se nas famílias em que os pais possuem um nível de escolaridade menor, não havendo, assim, incentivo necessário, pois a realidade demanda de outros princípios ou necessidades.

Tabela 2.3 Nível de escolaridade dos jovens que saíram do campo

Grau de Escolaridade	Santa Helena		Realeza	
	No de filhos	%	No de filhos	%
Ensino Fundamental Incompleto	1	10,0	4	40
Ensino Médio Completo	2	20,0	6	60
Ensino Médio Incompleto	1	10,0		
Ensino Superior Completo	2	20,0		
Ensino Superior Incompleto	3	30,0		
Especialização	1	10,0		
Total	10	100,0	10	100

Fonte: Os autores/2015.

Conforme Silvestro (2001, p. 55), “a própria visão dos jovens a respeito das necessidades educacionais para o desempenho da profissão agrícola varia conforme sua situação social”. Isto denota um grau maior de descapitalização pois, considera que saber ler e escrever já é suficiente para ser agricultor. No entanto, dentre os pesquisados, percebeu-se uma grande preocupação em fazer com que os filhos estudem, até mesmo não se importando se não voltarão ao campo.

Nesta perspectiva, a visita nas propriedades suscitou um diálogo com face à sucessão familiar, a qual não tem sido fato de discussão afimco nas famílias, ou seja, dos agricultores, na medida do possível vão sobrevivendo, mesmo com as dificuldades que surgem, porém não se preocupam com quem ficará no campo. Ao perguntar aos pais quais as perspectivas dos filhos continuarem no meio rural, percebe-se que em Santa Helena, a metade das famílias, entrevistadas, afirmam ter perspectiva de retorno de algum dos filhos, o que já não afirmam os demais 50%. Percebe-se que estes pais deixam a escolha para os

próprios filhos, visionando um futuro “melhor”, mesmo reconhecendo que o campo é um espaço rico em recursos naturais e que poderia trazer-lhes um “bom futuro”. O que observou-se em relação a isso, é que, no campo, alguns agricultores desprovidos de maquinários e demais recursos julga ser muito difícil sobreviver. Mesmo variando algumas alternativas produtivas, precisam investir e, para isso, não contam com subsídios que possibilitem realizar seu sustento por falta de políticas públicas de incentivo. Para Silvestro (2001) as famílias com maior renda encaram a permanência na agricultura como promissora, já que acompanham as tendências do mercado e tecnologia.

Em Realeza, 5 dos entrevistados dizem não terem perspectivas dos filhos retornarem ao campo, ao contrário de 2 apenas que alimentam alguma esperança, e 3 que estão indecisas quanto a isso ou não sabem se algum dos filhos retornará.

Diante de todo cenário descrito, os pais foram indagados quanto à questão da sucessão familiar, que pela trajetória observada, tem-se que esta é uma problemática atual que mesmo com os diálogos, efetuados, não sustentou uma resposta. Com base nisso, os pais afirmam que para reverter a problemática é preciso mais diversificação, ou seja recursos para o agricultor poder diversificar suas produções, projetos de habitação rural, coragem para ampliar as atividades existentes. Em outra resposta, o agricultor cita como fator implicador as restrições da lei, como a da criança que não pode trabalhar, o que, segundo relatos, fez com que muitas crianças deixassem de contribuir nos serviços rurais, tendo apenas que estudar e distante de casa, devido à inexistência das escolas rurais. A oferta de preços dos produtos agrícolas é outra situação apresentada na pesquisa, ou seja, os impostos, altos preços dos insumos não geram lucros. Com isso, outra situação expõe a melhora da política agrícola “o colono planta, fica devendo insumo e ainda tem que se preocupar com o clima, e se não der nada?”.

Para Abramovay (1998), as fronteiras entre o rural e o urbano estão muito diluídas e vários fatores diminuíram a distância entre essas realidades. Martins (2007), enaltece que nesse processo os jovens não estão excluídos, tão pouco incluídos, vivem uma realidade paralela em que a ilusão do ideal urbano reside.

A implantação de mini agroindústrias na comunidade local foi uma das ideias, registradas, além da diminuição das exigências burocráticas para alcançar benefícios para diversos segmentos na agricultura, o que sempre penaliza o agricultor, inviabilizando sua autonomia enquanto produtor.

Incentivos para manter a agricultura familiar e as implicações sociais deste processo no campo

Quando foi perguntado aos agricultores o que seria necessário para manter a família no campo, as repostas voltaram-se às questões de mobilização da classe rural, incentivos das entidades representativas, financiamento de casa rural, crédito rural, escolas do campo onde toda criança deveria estudar, apoio governamental.

Em ambos os municípios pesquisados, mesmo em regiões diferentes, as solicitações sempre partem dos princípios da falta de recursos e de políticas públicas para o setor. Obviamente, que; para todas as necessidades, relatadas, cabe uma reflexão que prejudica o processo sucessório, já que as implicações, descritas, culminam com a falta de poder aquisitivo para sobreviver no setor agrícola devido às exigências burocráticas existentes em nosso país.

A questão do êxodo tem ganhado, aos poucos, a devida importância. A CEPAL/FAO/IICA (2009 in Silvestro, 2001) observa que a migração da população rural para as cidades, especialmente dos jovens, somada à diminuição das taxas de natalidade no meio rural, têm gerado entraves ao desenvolvimento econômico rural dos países da América Latina e Caribe.

A consequência é a chegada nas cidades de uma grande quantidade de jovens com preparo insuficiente para competir no mercado de trabalho urbano, com reflexo, notado, no envelhecimento dos produtores da agricultura familiar. A falta de perspectivas de sucessores para o trabalho na terra gera o que se pode chamar de gargalos da agricultura familiar.

Ao tratar desse assunto recai-se nos debates sobre políticas públicas que não incentivam ou inexistem para o setor agrícola, sendo uma das grandes consequências da realidade que norteia estas atividades em todo o país. Mesmo que algumas tenham sido motivo de foco, como “agricultura familiar”, os incentivos são morosos e burocráticos, adequando-se a uma parcela em detrimento de outras. Outros fatores coadjuvantes corroboram para a crise, como, as escolas que passaram a “habitar” os distritos mais distantes, deixando de existir nas proximidades das propriedades rurais, dificultando o estudo dos filhos.

Segundo Silvestro (2001, p. 25) “não existe atividade econômica onde as relações familiares tenham tanta importância quanto na agricultura”.

Conclusão

Alógica da pesquisa neste estudo baseia-se na preocupação da “manutenção hereditária ou sucessória” das áreas rurais.

Diante de todos os aspectos, pesquisados junto às famílias nas propriedades em Realeza e Santa Helena, preconiza-se uma reflexão acerca dos indicadores de sustentabilidade presentes no processo de caracterização e diagnóstico da problemática, influenciada pela trajetória da agricultura no Brasil. A partir de um modelo de capital, que tecnificou o meio rural e suscitou o êxodo, poucas propriedades mantiveram-se ao contrário dos latifúndios que se formaram. De lá para cá, o setor agrícola desdenha as lamentações das conquistas que nunca tiveram ou que pouco lhes foi atribuído. Deste modo, os reflexos para a sucessão são visíveis e o que “fala mais alto” é a importância do estudo para os filhos, mesmo que os pais fiquem sozinhos no campo.

Isto denota uma insustentabilidade social quando se pensa a agricultura familiar como produtora de alimentos e de preservação do meio rural. Concebe-se a forma como está, uma ameaça a questão sucessória, já que pela pesquisa discutiu-se os problemas, mas a sucessão propriamente dita não faz parte dos contextos familiares. É importante destacar que a partir desta pesquisa as conclusões levam a crer que o setor agrícola necessita de propostas de ação que possam permitir a ampliação de seus conhecimentos para que possa acompanhar as inovações, criando mecanismos criativos de valorização do meio rural, apoiados em políticas públicas manifestadas pelos entrevistados.

Referências Bibliográficas

ABRAMOVAY, R.; SILVESTRO, M. L.; CORTINA, N.; BALDISSERA, T.; FERRARI, D.; TESTA, V. M. **Juventude e agricultura familiar: desafios dos novos padrões sucessórios**. Brasília: Edições UNESCO, 1998, 101, p. 2º ed.

BRASIL. **LEI Nº 4.504, DE 30 DE NOVEMBRO DE 1964**. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4504.htm>. Acessado em 20/10/2016.

BRASIL. **LEI Nº 11.326, DE 24 DE JULHO DE 2006**. Disponível em <<http://www.camara.gov.br/sileg/integras/837541.pdf>>. Acessado em 13/09/2016.

BRUMER, A. Gênero e Agricultura; a situação da mulher na agricultura no Rio Grande do Sul. **Revista Estudos Feministas**, Florianópolis, v. 12, n, p. 205-227, 2004.

BRUMER, Anita. A problemática dos jovens rurais na pós modernidade. In: CARNEIRO, M. J.; CASTRO, E. G. C. **Juventude rural em perspectiva**. Rio de Janeiro: Mauad X, 2007. p. 53-66

CARNEIRO, M. J. Herança e gênero entre agricultores familiares. **Revista Estudos Feministas**, v. 9, n. 1, p. 22–55, 2001. Revista Estudos Feministas. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-026X2001000100003&lng=pt&nrm=iso&tIng=pt>. Acesso em: 28/5/2016.

COSTA, A. M. D. S. **Fatores econômicos e culturais da sucessão na agricultura familiar: um estudo sobre o oeste catarinense**, 2010. (Dissertação – Mestrado) Universidade Federal de Viçosa. Disponível em: <<http://www.novos cursos.ufv.br/posgrad/ufv/posextensaorural/www/wp-content/uploads/2013/09/Adriana-Maria-da-Silva-Costa.pdf>>.

COSTA, F. L. M.; RALISCH, R. A juventude rural do assentamento Florestan Fernandes no município

de Florestópolis (PR). **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 51, n. 3, p. 415–432, 2013. Disponível em: <<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84890156137&partnerID=tZOTx3y1>>.

GOMES, I. Sustentabilidade social e ambiental na agricultura familiar. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 5, n. 1. 2004.

GUARANÁ DE CASTRO, E. Juventude rural no Brasil: processos de exclusão e a construção de um ator político. **Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud**, v. 7, n. 1, p. 179–208. Centro de Estudios Avanzados en Niñez y Juventud Cinde - Universidad de Manizales. Disponível em: <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-715X2009000100008&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 27/11/2016.

LEONE, N. M. DE C. P. G. O processo sucessório em empresas familiares: o exemplo dos comerciantes e o processo no Saara. **Organizações & Sociedade**, v. 11, n. 29, p. 149–172, 2004. Escola de Administração da Universidade Federal da Bahia. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1984-92302004000100009&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 13/10/2016.

MENDONÇA, K. F. C.; RIBEIRO, Á. E. M.; GALIZONI, F. M. Sucessão na agricultura familiar: estudo de caso sobre o destino dos jovens do alto Jequitinhonha, MG. Trabalho apresentado no **XVI ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS**, Caxambu - MG – Brasil, de 29 de setembro a 03 de outubro de 2008.

MENDONÇA, K. F. C.; RIBEIRO, E. M.; GALIZONI, F. M.; AUGUSTO, H. A. Formação, sucessão e migração: trajetórias de duas gerações de agricultores do Alto Jequitinhonha, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 30, n. 2, p. 445–463, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-30982013000200006&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>.

SACHS, I. **Desarrollos sustentable, bio-industrialización descentralizada y nuevas configuraciones rural-urbanas**. Los casos de India y Brasil. Pensamiento Iberoamericano 46, 1990. Disponível em http://agro.unitau.br:8080/dspace/bitstream/2315/137/1/Roxane_AF.DS.pdf. Acesso em 17/12/2014.

SILVESTRO, M. L. et al. **Os impasses sociais da sucessão hereditária na agricultura familiar**. Florianópolis: EPAGRI, Brasília: NEAD/ Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2001.

TINOCO, S. T. J. **Conceituação de agricultura familiar: uma revisão bibliográfica**. 2008. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2008_4/AgricFamiliar/index.htm>. Acesso em: 22/5/2016.

Capítulo 3

Agricultura familiar, cooperativismo de crédito solidário e crédito rural: um processo interinstitucional objetivando o desenvolvimento rural¹

Dirceu Basso²

Nardel Luiz Soares da Silva³

Wilson João Zonin⁴

Vanildo Heleno Pereira⁵

¹O presente capítulo se insere no Projeto de Pesquisa intitulado: Agricultores Familiares e os mercados: a diversidade de estratégias produtivas - Unila e Unioeste.

²Doutor em Desenvolvimento Rural. Professor da Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA) e dos Programas de Pós Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (PPGDRS-Unioeste) e Pós-Graduação em Políticas Públicas e Desenvolvimento – PPGPPD da Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA). E-mail: dirceu.basso@unila.edu.br

³Eng. Agrônomo, Doutor em Agronomia. Professor do Centro de Ciências Agrárias nos Cursos de Graduação em Agronomia e Zootecnia e no Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE, Campus Marechal Cândido Rondon. E-mail: nardel.silva@unioeste.br

⁴Eng. Agrônomo, Doutor em Meio Ambiente e Desenvolvimento Rural. Professor do Centro de Ciências Agrárias nos Cursos de Graduação em Agronomia e Zootecnia e no Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE, Campus Marechal Cândido Rondon. E-mail: wzonin@yahoo.com.br

⁵Eng. Agrônomo, Mestre em Desenvolvimento Rural Sustentável. Professor do Centro de Ciências Agrárias nos Cursos de Graduação em Agronomia e Zootecnia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE, Campus Marechal Cândido Rondon. E-mail: vanildoHP@gmail.com

Introdução

Os agricultores familiares, nas últimas décadas, estão vivenciando uma série de pressões políticas de afirmação institucional, de transformações tecnológicas e de profundas mudanças em sua forma de intermediação entre a produção e os mercados. Em sua contemporaneidade, apresentam-se como uma categoria genérica, contudo a sua diversidade interna é resultante da sua capacidade de adaptação ao meio no qual está inserida. Assim sendo, as diferentes racionalidades adotadas pelos agricultores, promovem modificações nos sistemas produtivos e no estilo de vida, bem como, em suas identidades socioprofissionais.

Suas condutas não se apresentam como homogêneas, pois elas ocorrem à revelia do processo de modernização hegemônico. Muito distante de ser um obstáculo ao desenvolvimento rural, a diversidade das maneiras de fazer agricultura e de viver o meio rural enriquece a dinâmica do espaço rural. Com o objetivo de ampliar os conhecimentos sobre a diversidade da agricultura familiar a seção “agricultores familiares modernos e diversos” traz o estudo sobre as racionalidades produtivas, adotadas pelos agricultores familiares modernos.

Diante da importância socioeconômica que a agricultura familiar passou a obter, o Estado brasileiro reconhece a especificidade deste segmento social e cria o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF), através do Decreto Presidencial nº 1.946, em 1996. Deste momento em diante, a agricultura familiar passou a ser percebida e ganhou destaque, tanto no que se refere aos resultados bem sucedidos da aplicação do crédito rural quanto dos estudiosos e pesquisadores. Não há dúvidas de que o PRONAF se firmou como o programa de referência para as questões ligadas ao desenvolvimento rural. No passar dos anos, o governo, em diálogo com os atores sociais, ampliou o portfólio de “produtos” do programa, segmentou seu público alvo, incorporou outras políticas e fomentou novas linhas de ação, como de agroecologia, jovens e mulheres, entre outros. Em grande medida, o PRONAF passou a ser compreendido pelos atores sociais, especialmente pelos gestores governamentais, como uma alavanca fundamental para a valorização da diversidade da agricultura familiar e do espaço rural. Porém, os estudiosos do PRONAF colocaram uma série de questões, com vistas a verificar se o programa vem conseguindo atender aos postulados e contribuir para um redirecionamento tanto da política de crédito rural quanto da sua capacidade de contribuir para um desenvolvimento rural que contemple a diversidade de racionalidades produtivas. Com o propósito de contribuir com este debate, a seção “O Pronaf-Crédito: desafios e perspectivas diante a diversidade dos agricultores familiares” busca, a partir de uma revisão bibliográfica, de diversos estudos realizados, reunir elementos para que se possa realizar uma análise crítica da dinâmica e as tendências da aplicação do crédito no âmbito do PRONAF.

As lideranças dos agricultores familiares do Sudoeste e Centro-Oeste do Paraná tendo como experiência inicial os Fundos de Crédito Rotativos (FCRs) promoveram uma inovação organizacional para por em curso o cooperativismo de crédito solidário. Em meados dos anos de 1990, nascia o Sistema Cresol Baser com suas cooperativas de crédito rural com interação solidária. Em sua “alma”, usando expressão utilizada por Christophe de Lannoy, objetiva, por um lado, atender a demanda de crédito, tendo em vista o processo de seletividade e exclusão do sistema de crédito rural brasileiro a que foi submetida parte significativa dos agricultores familiares; e, por outro, contribuir para a emergência de um modelo de produção familiar baseado nos princípios da agroecologia e/ou também por alguns definida como uma

agricultura alternativa. Sua missão institucional enfatiza a promoção da agricultura familiar por meio do acesso ao crédito, da poupança e da apropriação do conhecimento. De apenas cinco cooperativas em sua fase inicial, a Cresol Baser hoje conta 78 cooperativas e 193 unidades de atendimento, integrando 140 mil associados. Abrange 730 municípios de nove estados da Federação. Passados vinte anos, os gestores da Cresol Baser também vivenciam, em grande medida, as mesmas questões do PRONAF, destacadas pelos estudos dos pesquisadores que serão tratadas nesta seção. Diante disso, procuram colocar em curso ações, com vistas a apropriar-se de conhecimento afim de poder melhor orientar as estratégias da organização em relação ao crédito rural e sua participação nos processos de desenvolvimento rural. A experiência da Cresol Baser será tratada na seção “Os atores locais que operam o Pronaf-Crédito, com ênfase na experiência do cooperativismo de crédito solidário da Cresol Baser”, articulada com os debates, realizados no VIII Congresso de Ciências Agrárias da Unioeste (SECIAGRA).

Agricultores familiares modernos e diversos

A presente seção objetiva debater sobre as diversas racionalidades, adotadas pelos agricultores familiares modernos, a partir de sua sociabilidade com os mercados. As racionalidades, ao orientarem as condutas dos agricultores, promovem modificações nos sistemas produtivos e no estilo de vida, bem como, em suas identidades socioprofissionais (BASSO; GEHLEN, 2015).

Na sociedade moderna, a agricultura familiar apresenta-se como uma realidade multiforme e uma categoria genérica (WANDERLEY, 1999; GEHLEN, 2001). Sua diversidade de condutas, concretizadas pelas práticas sociais, é resultante da sua capacidade de adaptação no meio em que se insere, o que permite observar a existência de diferentes motivos e significações nas relações que os agricultores estabelecem com os mercados.

Nas últimas décadas, os agricultores vivenciam uma série de pressões políticas, de afirmação (amadurecimento) institucional, de inovações organizacionais, de profundas mudanças tecnológicas e experimentam as mais diversas formas de intermediação com os mercados.

Importante observar que os agricultores adquirem capacidades com vistas a construir soluções para se confrontar com os problemas, os desafios e as oportunidades onde estão inseridos (TOURAINÉ, 1994). Faz-se necessário compreender que os caminhos exatos da mudança e os significados adotados pelos agricultores em suas condutas, não podem ser explicados como impostos de fora (LONG, 2007). Ainda, suas maneiras de fazer agricultura e viver o meio rural não se apresentam como homogêneas e ocorrem à revelia da

teoria da modernização, possibilitando a emergência de múltiplas racionalidades (SANTOS, 1999).

Diante de uma conjugação de fatores sociais, políticos e intelectuais (SCHNEIDER, 2006) e de conhecimento, o estudo das racionalidades dos agricultores ganha importância crescente pelo reconhecimento, também crescente, deste “modo” de produção nas últimas décadas (BASSO, 2013). A diversidade da agricultura familiar não se apresenta como sendo um obstáculo ao desenvolvimento rural, ao contrário, o desenvolvimento rural é tributário da diversidade das racionalidades dos agricultores pelas quais conseguem viabilizar as condições de vida e de produção para garantir sua identidade socioprofissional e sua sustentabilidade socioeconômica.

Partindo dos conceitos weberianos de ação social de racionalidade e de uma construção tipológica, Basso (2013) procurou compreender as motivações e os significados presentes nas condutas dos agricultores familiares. O método de tipos ideais possibilita a inteligibilidade ou a compreensão das relações sociais “no âmbito do conhecimento intelectual e racional” (SCHNAPPER, 2000, p.14), estabelecidas pelos agricultores⁴².

O resultado do estudo, realizado por Basso (2013), identificou três racionalidades entre os agricultores familiares modernos: racionalidade moderna convencional, moderna não convencional e moderna em transição. De forma concisa, os agricultores modernos convencionais possuem sua produção, orientada pela lógica da especialização, com sistemas produtivos intensamente tecnificados e altamente demandantes de capital financeiro e, também, altamente dependente de insumos externos, de crédito agrícola, de conhecimentos técnicos e de mão-de-obra qualificada. A produção vegetal e/ou animal é toda destinada ao mercado, portanto, produzem essencialmente para o mercado, objetivando renda. A venda de seus produtos é realizada fazendo uso exclusivamente do mecanismo de comercialização virtual, o mercado de *commodities*. Assim, orientam suas práticas para atingir um padrão produtivo de referência universalizada. No campo da tecnologia, possuem um parque de máquinas e de equipamentos adequado à produção em escala, em constante processo de incorporação de inovações tecnológicas. Na genética, fazem uso das inovações mais recentes como as sementes transgênicas, obtendo índices de produtividade superiores à média alcançada na região. A qualificação profissional desses agricultores está vinculada à apropriação de tecnologias, *savoir-faire*, com vistas à aplicação destas em atividades produtivas sob a lógica da modernização da agricultura. Em sua sociabilidade, esses agricultores participam com frequência de eventos de qualificação profissional circunscritos à especialização produtiva e motivados pela busca constante da produtividade e escala de

⁴² Para mais detalhes sobre a tipologia construída para o estudo dos agricultores familiares modernos ver Basso e Gehlen (2015). Agricultores Familiares Modernos e Diversos. **Revista Orbis Latina: racionalidades, desenvolvimento & fronteiras**. Edição Especial. v. 5, n. 2 Jan-Dez 2015. P.22- 38

produção. Esses agricultores estão submetidos a uma padronização produtiva que atinge os produtos, os processos produtivos e, também, a família do agricultor familiar. O não atendimento, por parte desses agricultores, aos determinantes do mercado globalizado põe em risco a sobrevivência do negócio da família.

Os agricultores com racionalidade não convencional estudados, atuam a partir de uma conduta produtiva, guiada pela necessidade de (re)construir a maneira de produzir para permanecer na agricultura. Seus sistemas produtivos estão orientados, a partir de práticas agrícolas que consideram: as diretrizes de reapropriação da natureza; do equilíbrio entre a produção, tanto comercial quanto para consumo, tanto de subsistência quanto para o próprio processo produtivo; do baixo uso de capital financeiro e uma intensa valorização de conhecimentos tecnológicos, tanto tradicionais quanto novos conhecimentos. A produção comercial contempla, predominantemente, os produtos, ligados aos cultivos de hortifruticultura e os derivados dos processos de agregação de valor às matérias-primas (vegetais e animais) em pequena escala, com níveis diferenciados de processamento. No campo das tecnologias, possuem equipamentos tradicionais e/ou adaptados aos cultivos ecológicos, em geral de pequeno porte e pouco demandantes de capital financeiro. Utilizam sementes crioulas e/ou variedades, adaptadas localmente. As práticas agronômicas contemplam o uso de fertilizantes orgânicos e a valorização dos processos naturais para conservar a fertilidade dos solos. A preocupação com o equilíbrio entre a dinâmica produtiva e a fertilidade do solo precede sobre a busca de resultados econômicos na produção. Esses agricultores, ao vender sua produção, valorizam três mecanismos de comercialização: de proximidade, o institucional e o de nicho (mercado orgânico). Uma parte dos estabelecimentos familiares faz uso do mercado de trabalho não-agrícola para complementar a renda. Os agricultores não convencionais priorizam vínculos, enraizados territorialmente, sustentados por questões de confiança. Qualificam-se, realizando cursos e participando em eventos ligados à agricultura agroecológica. Integram com organizações cuja natureza está correlacionada com seu projeto de produção, com sua racionalidade produtiva, num processo cultural de ação social, visando à reapropriação da economia, a partir de valores próprios.

Por fim, os agricultores familiares, com racionalidade em transição, desenvolvem sistemas produtivos a partir de estratégias, sustentadas numa reação à racionalidade convencional, objetivando a permanência na atividade agrícola. As estratégias de (re)construção do sistema produtivo estão inseridas numa conduta de resistência aos critérios de competitividade e eficiência, exigidos pelos atores dominantes das cadeias produtivas. Para esses agricultores, os cultivos tradicionais (cereais, milho, soja e feijão, e a fomicultura) estão perdendo importância comercial e sendo substituídos por outras atividades produtivas (produção de leite, a hortifruticultura e a verticalização da produção). Os agricultores fazem uso tanto do mecanismo de comercialização virtual (cadeia longa) quanto do mecanismo de proximidade e do mecanismo institucional (cadeia curta) para vender seus produtos. O

mercado de trabalho não agrícola é uma estratégia de renda complementar, valorizada por uma parte desses estabelecimentos familiares. A produção para o consumo é medianamente valorizada. No campo das tecnologias, esses agricultores quando possuem máquinas e equipamentos para o cultivo de cereais, estão predominantemente limitados a poucos bens (trator, grade e pulverizador e outros) e com muitos anos de uso; compram de terceiros os serviços de que necessitam para o cultivo de cereais. No cultivo de cereais, fazem uso de sementes híbridas e transgênicas; na produção de leite, a genética animal utilizada está situada entre os animais mestiços e os animais especializados, o que tem por objetivo uma produtividade no leite que se situe em torno da média regional. Em suas práticas agrônômicas, fazem uso semi-intensivo de insumos de origem industrial, numa estratégia de caráter evolutivo na implementação das tecnologias. As tecnologias de diferentes racionalidades, como a convencional, não convencional e até mesmo a tradicional, são resignificadas com base no patrimônio agrícola cognitivo desses agricultores. A permanência na atividade agrícola para os agricultores em transição também relaciona-se fortemente com a necessidade da qualificação profissional. No âmbito dos vínculos organizativos, somente uma parte das famílias possuem vínculos com grupos de base ou associações e cooperativas de produção (empresariais ou solidárias). Parte desses agricultores possuem vínculos fortes com a entidade de representação política (Sindicato dos Trabalhadores Rurais) e objetivam acessar informações e envolver-se nas lutas sociais. Esses agricultores, objetivando sua sustentabilidade socioeconômica, valorizam um portfólio de estratégias que contempla: um rearranjo dos cultivos comerciais, agrícolas e pecuários, com redução e/ou substituição de plantio e otimização do fator trabalho e terra; a verticalização agroindustrial em pequena escala com tendência à formalização de forma familiar e/ou associativa e, também, o uso do mercado de trabalho não-agrícola (pluriatividade). Desta forma, parte expressiva dos agricultores em transição está realizando ajustes, objetivando a lógica de diversificação do sistema produtivo. Entre as motivações dos agricultores para implementarem estratégias de diversificação, pode-se observar, por um lado, a demanda por manter maior autonomia na gestão do sistema produtivo e, por outro, a luta para serem reconhecidos na diversidade de suas maneiras de trabalhar e viver a vida no meio rural.

A compreensão das racionalidades permite observar a maneira como os agricultores gerenciam seus projetos produtivos, objetivando sua afirmação como agricultores familiares no futuro ou seja, sua sustentabilidade social (BASSO; GEHLEN, 2015). Deste modo, os agricultores definem sua participação na construção da realidade social tecendo uma diversidade de racionalidades que podem ser regidas tanto por motivações dadas pelo processo de socialização na sociedade, centrada no mercado quanto por fundamentos que considerem sua própria história, além de outros valores como o respeito à natureza, a valorização das tradições, a diversidade de formas de produção agrícola, negadas pela razão moderna (TOURAINÉ, 1996; RAMOS, 1989; LEFF, 2002).

A valorização das diversas racionalidades entre os agricultores por parte das políticas públicas, com ênfase para o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF), fortalece a dinâmica socioeconômica e ambiental local, portanto, contribui para o desenvolvimento rural sustentável. Na seção a seguir, analisa-se brevemente o PRONAF, com o propósito de verificar as interconexões entre o crédito rural e as diversas estratégias produtivas dos agricultores.

O PRONAF-Crédito: desafios e perspectivas diante a diversidade dos agricultores familiares

A presente seção consiste em realizar uma breve reflexão sobre a trajetória da política de crédito do PRONAF, a partir de alguns dos diversos estudos, realizados nos últimos anos. Parte-se da assertiva de que o PRONAF se transformou num importante instrumento de financiamento público para os agricultores familiares do Brasil.

Com o lançamento do PRONAF, a agricultura familiar passou a ganhar maior importância tanto no que se refere aos resultados, obtidos com a aplicação de crédito rural quanto entre os estudiosos e pesquisadores. Isso deve-se ao fato de que o PRONAF passou a ser um programa de referência para uma série de questões, relacionadas ao desenvolvimento rural. De acordo com Aquino e Schneider (2010), isso acontece por que, ao longo dos anos, o governo ampliou o portfólio de “produtos” desse programa, segmentou o público alvo e passou a incorporar outras políticas, bem como a atender demandas específicas dos movimentos sociais, criando novas linhas de ação, como a da agroecologia, de jovens e de mulheres. Para esses pesquisadores, o PRONAF passou a ser percebido com destaque para os gestores governamentais, enquanto uma mola-propulsora de uma estratégia nacional de valorização da diversidade social da agricultura familiar e do meio rural. Porém, passado um pouco mais de dez anos desde sua criação, perguntaram-se os estudiosos: será que o PRONAF vem conseguindo atender a estes postulados e contribuir para o redirecionamento da política de financiamento agrícola a favor de um modelo de desenvolvimento rural mais equitativo e equilibrado ambientalmente (AQUINO; SCHNEIDER, 2010). Ao analisar o processo de inovação institucional promovida pelos gestores, objetivando a expansão da política de crédito rural do PRONAF, os pesquisadores observaram que tais mudanças, promovidas, não foram suficientes para ajustar as bases de um novo padrão de desenvolvimento no meio rural brasileiro. Para eles, a política repete no âmbito da agricultura familiar o viés concentrador, setorial e produtivista ou seja, fortalece a racionalidade convencional dos agricultores, já hegemônico no modelo de desenvolvimento agrícola vigente. Assim, argumentam os pesquisadores, a versão mais recente do PRONAF afirma-se numa perspectiva evolucionista que prioriza os agricultores familiares com maiores níveis de

renda como sendo seu público principal. Portanto, mesmo depois de várias mudanças normativas que foram implementadas, limita-se a fazer “mais do mesmo”, destacam os pesquisadores. Quais razões podem explicar o esse cenário do PRONAF? Para Aquino e Schineider (2010), primeiro pode-se destacar que o sistema de incentivos do PRONAF tem sido orientado em seu viés quantitativo do número de contratos, mais do que preocupar-se com o uso transformador dos recursos; segundo, a dificuldade de promover mudanças no meio rural acontece porque o modelo de agricultura, orientado pelo programa, está fortemente ligado com a lógica setorial e produtivista (racionalidade convencional descrita na primeira seção); terceiro, tem-se uma cultura institucional prevalecente no Brasil que persiste na ideia de associar qualidade de vida ao meio rural, limitado ao crescimento das atividades agropecuárias; por fim, constata-se que somente o aporte de recursos do PRONAF não é condição suficiente para promover mudanças profundas no padrão sócio-técnico de produção. Destacam os pesquisadores que o PRONAF pode desempenhar um papel importante na construção do desenvolvimento rural. Para isso, faz-se necessário que o debate público avance para além da luta por mais crédito. Além de medidas de correção de rumo do programa em direção à valorização da diversificação social e econômica, torna-se necessário realizar estudos sobre o tema, objetivando compreender como as políticas públicas podem e devem apoiar a diversidade da agricultura familiar nas distintas regiões.

Ao analisar o PRONAF, a partir dos resultados e perspectivas para o desenvolvimento rural, Guanzioli (2007) chama a atenção para a importância de analisar o Programa tendo em vista que o mesmo envolve altos custos e subsídios. Assim, esta política pública necessita ser avaliada constantemente para justificar sua existência. Seus esforços visaram avaliar em que medida o contexto no qual estão inseridos os agricultores familiares e o próprio desenho institucional dos programas de crédito “induzem ou não o processo de acumulação e o uso eficiente dos recursos” (2007, p.303). Entre outros aspectos, destacados por Guanzioli e para os propósitos deste artigo, faz-se importante destacar os fatores, observados no estudo que estão influenciando negativamente o processo de geração de renda dos agricultores impedindo, também, que se viabilize o reembolso dos empréstimos. Os seguintes fatores foram mencionados: falta de assistência técnica ou baixa qualidade da assistência técnica; dificuldades no gerenciamento dos recursos do crédito; falta de visão sistêmica dos técnicos; e, a falta de integração nos mercados, de estrutura de comercialização e de agregação de valor. Diante destes aspectos, Guanzioli enfatiza a necessidade de rever a institucionalidade bem como a forma de operação do PRONAF. Tais desafios objetivam reforçar a disciplina financeira, induzir os mutuários a buscar o máximo de eficiência na utilização do crédito e, ainda, melhorar o sistema de políticas complementares as quais são fundamentais para promover a efetiva consolidação do agricultor familiar. Neste sentido,

Guanziroli destaca ser essencial introduzir responsabilidades ao longo de toda a “cadeia” do PRONAF, repassando para vários atores (Secretaria da Agricultura Familiar, Bancos, Cooperativas de Crédito, assistência técnica, Comissões Estaduais, agricultores e outros) as responsabilidades pelas ações e, desta forma, comprometer-se com os resultados do PRONAF. Diante da necessidade de recriar a institucionalidade bem como de implementar mecanismos de controle mais efetivos, abrem debate sobre as alternativas que podem ser implementadas pelos atores envolvidos, como dirigir o crédito para atividades produtivas que possam estar inseridas em Planos de Desenvolvimento Territoriais bem elaborados, conforme Guanziroli.

Ao refletir sobre o impacto do PRONAF, no Rio Grande do Sul, Anjos et al. (2004) mencionam que mesmo diante dos avanços no aperfeiçoamento e ampliação do universo de cobertura, o programa continua ancorado numa ambiguidade básica. Ela apresenta-se tanto em termos do público-alvo a ser beneficiado quanto aos objetivos essenciais que orientam o mesmo. Para os pesquisadores, na retórica oficial mesclam-se orientações tipicamente produtivistas com compromissos mais amplos, como a geração de empregos, a inclusão social e o desenvolvimento territorial. Não existem dúvidas das dificuldades presentes ao operar o PRONAF, pois, elas estão presentes tanto no modo de fomentar este amplo e diversificado setor da agricultura brasileira quanto na eleição do público alvo a ser beneficiado. Perguntaram-se, então, os pesquisadores: “afinal de contas, a quem cabe apoiar?” (ANJOS et al., 2004, p.531). Àqueles que estão em vias de transição ou os já consolidados? Existe espaço para políticas de sustentação de renda para os setores mais frágeis no plano das políticas agrícolas? Entre as análises realizadas e para fins deste artigo, destaca-se que embora a esmagadora maioria dos produtores beneficiados pelo PRONAF, no RS, esteja perfeitamente identificada com a forma familiar de organização dos processos de produção agropecuária, não resta a menor dúvida, para os pesquisadores, de que se está trabalhando com um universo social extremamente diversificado e não menos contraditório em sua composição. Esta situação ficou mais evidente no município de Restinga Seca/RS,

“[...] numa localidade onde há um número significativo de famílias vivendo em quilombos rurais não há um único produtor ali residente como beneficiário do programa, o qual, segundo rezam suas diretrizes, assegura aos quilombolas a condição de candidatos potenciais do programa” (ANJOS et al., 2004, p. 543).

De acordo com os pesquisadores, os benefícios que são assegurados pelo PRONAF (juros baixos, rebates, outros) são percebidos pelos agricultores como uma benesse do Estado e não como conquista política, surgida da pressão de uma categoria social, impactando inclusive sobre a atuação dos Sindicatos dos Trabalhadores Rurais que

permanecem como tributários do assistencialismo. Os dados obtidos pelo estudo mostram, segundo os pesquisadores, fortes evidências de diferenciação social entre os produtores familiares. Diante disso, enfatizam o fato de que o PRONAF não é uma linha de crédito qualquer mas sim, de um programa fundamentalmente concebido e viabilizado por intermédio de fontes “sociais” (Fundo de Amparo ao Trabalhador, Tesouro Nacional e Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social) com o compromisso de integrar produtores excluídos no acesso ao sistema bancário e das estruturas de mobilidade social. Sem poder trazer todas as observações do estudo nesta seção do artigo, destaca-se uma das preocupações apontadas. Perguntam-se os pesquisadores se este é o caminho certo para consolidação de um projeto de desenvolvimento rural efetivamente equilibrado em termos sociais, demográficos, econômicos, políticos e culturais ou se, ao contrário, não se está incorrendo nos mesmos erros e vícios do passado. Sugerem como resposta a necessidade de rever posições e superar fundamentalismos das organizações políticas e a lógica que tem pautado a atuação do poder público federal.

Ao analisar a evolução dos financiamentos do PRONAF-Crédito (1999 a 2010), Souza et al. (2013), destacam que a desigualdade do crédito do PRONAF tanto entre regiões como entre os tipos de agricultores tem sido observado em diversos estudos. Nesse estudo, realizado pelos pesquisadores, os resultados indicam que na fase inicial do Programa houve um forte aumento do número de contratos, com dispersão dos financiamentos entre os estados de agricultura familiar menos favorecidos, principalmente aqueles situados na região Nordeste, expansão que prosseguiu até 2006. Contudo desde então, a expansão do crédito encontra-se exclusivamente no aumento do tamanho médio dos contratos e na crescente participação de estados de agricultura mais capitalizada em sua distribuição. Em função deste novo cenário de mudança a distribuição do crédito vem se tornando mais desigual. Considerando os diversos estudos, essa piora na distribuição dos financiamentos está provavelmente associada às mudanças nas normas operacionais do PRONAF, criando condições normativas para uma crescente inclusão no Programa de agricultores mais capitalizados (SOUZA et al., 2013). Esses agricultores mais consolidados possuem maior capacidade de oferecer garantias aos bancos e, desta forma, evidencia-se a legitimação de uma lógica bancária excludente. Importante observar conforme destacam os pesquisadores que esta dinâmica contrariou o anseio das organizações dos trabalhadores rurais, pois, em 1997, por meio de pressões, foi estabelecido um teto de renda bruta para enquadramento de agricultores no Grupo D, fixado em R\$ 27.500,00. Esse valor perdurou até a safra 1999/2000, ampliou-se na safra 2003/2004, com a criação do grupo E, atingindo R\$ 110.000,00 na safra 2007/2008. Concordando com outros estudos, isso “abriu as portas” do Programa para agricultores mais capitalizados e com condições de dar garantias reais e contrapartidas aos

bancos. Observam Souza et al. (2013) que nos últimos anos identifica-se um processo de reconcentração da distribuição dos recursos, fortalece a hipótese de que as mudanças, promovidas no Programa, estão contribuindo para elevar a participação dos segmentos mais capitalizados no total dos financiamentos e aumentando a desigualdade regional na distribuição dos recursos do PRONAF.

Por fim, outro estudo com o propósito de realizar uma atualização do desempenho do PRONAF, no Brasil, enfatizando o debate, a partir dos velhos questionamentos e novas interpretações sobre o público beneficiário e as atividades financiadas foi realizado por Grisa, Wesz Junior e Buchwetz (2014). Nesse estudo, os resultados indicam que, por um lado, o PRONAF mantém uma concentração dos contratos e de recursos para os agricultores familiares mais capitalizados (produtores de commodities) e localizados na região Sul, Sudeste e Centro-Oeste, e, por outro, ao analisar espacialmente os dados, os pesquisadores perceberam o financiamento de uma variedade de cultivos nas diferentes regiões brasileiras. As regiões Nordeste e Norte, em termos absolutos, mantêm-se minoritárias no acesso ao PRONAF, mesmo que concentrem a maior parte da agricultura familiar brasileira. Como destacam esses pesquisadores (2014, p.325), citando o estudo de Schneider, Cazella e Mattei (2004, p. 23) “o programa nasceu com a finalidade de prover crédito agrícola e apoio institucional aos pequenos produtores rurais que vinham sendo alijados das políticas públicas até então existentes e encontravam sérias dificuldades de se manter no campo”. Não há dúvidas de que a trajetória do PRONAF apresenta importantes avanços ao longo destas duas décadas (aumento de recursos aplicados, flexibilização das condições financeiras, ampliação dos beneficiários, simplificação das condições de acesso, expansão para novas regiões, outros), destacam os pesquisadores desse estudo. Contudo existem alguns resultados que se mantêm, como a concentração nas commodities (destaque para milho, soja e café) e nos agricultores familiares mais capitalizados, já destacado acima. Concluem que existe certa semelhança e reproduções de características do crédito rural brasileiro com o período da modernização da agricultura. Com relação à questão de fazer “mais do mesmo”, a região Norte mostrou-se como um exemplo de inovações importantes na medida em que ocorreram financiamentos a produtos característicos da agricultura familiar (mandioca, feijão, arroz e “outras lavouras”). Alimentos esses tradicionais que foram produzidos pelos agricultores, visando o consumo familiar, o mercado local e regional, muito distante do mercado de commodities que depende de grande volume de insumos externos e depois segue para exportação. Já, em relação ao fazer “mais para os mesmos”, os pesquisadores destacam a questão dos agricultores do grupo “B” do PRONAF. Mencionam que se trata de um público historicamente excluído das políticas públicas agrícolas, em especial as de crédito rural, estando desproporcional no que se refere ao acesso ao crédito. Sugerem que “muitos

avanços precisam ocorrer para que o PRONAF rompa com certa “dependência de caminho” do crédito rural tradicional” (2014, p. 342), para poder atender a especificidade e a diversidade de formas de agricultura familiar. Entre as questões sugeridas para serem incorporadas ao Programa, segundo os pesquisadores, estão: maior acesso ao sistema bancário pelos agricultores com rendas baixas; serviços de assistência técnica e extensão rural por apresentarem dificuldades ou não se encontrar preparados para atuar junto aos segmentos menos capitalizados ou com projetos não convencionais; necessidade de maior articulação entre as políticas públicas de apoio à produção com às de comercialização, com destaque para aquelas dos mercados institucionais; reivindicações das organizações sindicais da agricultura familiar incorporando os obstáculos em sua amplitude para ir além das questões mais operacionais e correr o risco de confluir para a reprodução institucional do mesmo; e retomada do debate sobre ruralidade no programa, para poder incorporar a diversidade de estratégias produtivas contemporâneas.

Os estudos aqui analisados reforçam a importância do PRONAF para o meio rural brasileiro. O programa é um importante instrumento de apoio à agricultura familiar para as diversas regiões do Brasil, contudo não vem conseguindo atender de forma equitativa as diferentes categorias de agricultores familiares. De acordo com os estudos, isso deve-se à tendência de privilegiar as categorias de agricultores mais capitalizados, não contribuindo conforme o esperado para a diminuição das desigualdades regionais e sociais. De forma complementar, os estudos apontam para a necessidade de promover ajustes ao programa para que de fato a diversidade dos agricultores familiares possa fazer uso do Pronaf-Crédito enquanto instrumento para desenvolver seus projetos produtivos. Tais ajustes exigirão mudanças de estrutura e forma em sua lógica operacional do programa, bem como, ações dos atores nacionais e locais que atuam em sua implementação.

Na seção seguinte, serão trazidos breves reflexões sobre a experiência do PRONAF, realizada pelo Sistema Cresol Baser, bem como, alguns apontamentos que foram realizados sobre o crédito rural durante a mesa redonda do VIII SECIAGRA – Congresso de Ciências Agrárias da UNIOESTE, realizada nos dias 21 a 24 de junho de 2016 em Marechal Candido Rondon.

Os atores locais que operam o PRONAF-Crédito, com ênfase na experiência do cooperativismo de crédito solidário da Cresol Baser

A presente seção tem o propósito de trazer para reflexão questões relacionadas ao crédito rural a partir da experiência da Cresol Baser. Brevemente tratará da trajetória e de algumas das questões sobre o PRONAF que foram abordado em seu Planejamento

Estratégico Participativo e demais eventos correlacionados. Também, buscar-se-á incorporar reflexões realizadas sobre o crédito rural, ocorridas durante a realização do VIII SECIAGRA.

O Sistema Cresol nasceu como desdobramento da experiência, do Fundo de Crédito Rotativo (FCR), criado, a partir do final dos anos 1980. O FCR visava atender os agricultores familiares, incluindo os assentados da Reforma Agrária, das regiões Sudoeste e Centro-Oeste do Paraná. Ele operava com recursos oriundos de entidades da cooperação internacional e era administrado por um Colegiado, formado por representantes das organizações vinculadas ou originárias do trabalho das Comunidades Eclesiais de Base com ações junto aos agricultores familiares e suas organizações. Com o propósito de melhorar as condições de vida e de produção dos agricultores familiares, o FCR buscava, por um lado, atender a demanda de crédito tendo em vista o processo de seletividade e exclusão do sistema de crédito rural brasileiro a que foi submetida parte significativa dos agricultores familiares; e, por outro, fomentar um modelo de desenvolvimento, baseado nos princípios da agroecologia, percebida pelos atores, envolvidos, como sendo uma agricultura alternativa ao modelo de agricultura convencional produtivista e intensiva em capital e escalas de produção.

Porém, no início dos anos 1990, a experiência com o FCR apresentava limites legais e políticos (BÚRIGO, 2007, p.58), “na grande maioria dos casos, os fundos não foram propriamente rotativos” (BITTENCOURT; ABRAMOVAY, 2003) e, ainda, atendiam um número reduzido de famílias frente ao universo de agricultores que estavam excluídos do acesso ao crédito.

A experiência dos agricultores e suas organizações com o FCR mostrou-se importante exatamente para que as lideranças do Sudoeste e do Centro-Oeste do Paraná pudessem, em meados dos anos 1990, propor uma estrutura organizacional mais propícia a um sistema de crédito rural solidário sustentável (BITTENCOURT, 2000). Em junho de 1995, foi constituída a primeira Cooperativa Cresol. Logo em seguida, foram instaladas mais quatro cooperativas. A constituição das cinco primeiras cooperativas garantiu a condição para a criação da Cooperativa Central Base de Serviços Cresol (Cresol Baser), que visou apoiar com serviços especializados as cooperativas singulares que deram início ao Sistema Cresol. Os serviços foram, sobretudo, nas áreas de software, normatização, contabilidade, auditorias, formação do quadro social e dos gestores e na interlocução com os atores da sociedade, como os agentes do sistema financeiro, o Governo Estadual e Federal e demais entidades dos agricultores e parceiros. Na operacionalização dos serviços a Cresol conta com o suporte das diversas bases regionais de serviços que estão localizadas próximas às cooperativas singulares. Em 2005, a Cresol Baser constituiu o Instituto de Formação do Cooperativismo Solidário (Infocos) para desenvolver os programas de capacitação para o quadro social, diretores e funcionários. A realização das atividades de formação, desde o início do Sistema

Cresol, conta com a parceria de organizações locais e regionais e o suporte de políticas públicas, dirigidas à capacitação e fortalecimento do cooperativismo.

De acordo com os pesquisadores que analisaram o Sistema Cresol, nos seus primeiros anos, a iniciativa dos agricultores familiares em curso representa uma inovação cujo alcance vai muito além da região imediatamente atingida por seu trabalho. Ainda, conforme as mesmas, esta iniciativa converteu-se num empreendimento consistente e sustentável. A razão disto está certamente na densidade do corpo social da região, a partir do trabalho que inicia, nos anos 1960, polarizado em torno da Assesoar (CRESOL, 2000). A hipótese destes pesquisadores vem se confirmando nos dias atuais, o Sistema Cresol, em particular com a Cresol Baser, vem expandindo-se para outras regiões do país.

Passados vinte anos de história, o Sistema Cresol Baser, nos dias atuais, conta com 1 Cooperativa Central, com sede em Francisco Beltrão – Pr, 02 Unidades Atendimento Descentralizadas (UAD's), sendo uma para atender as cooperativas que estão localizadas no RJ, RO, MG, ES, GO e outra para as cooperativas, filiadas, localizadas no RS, 10 Bases Regionais de Serviços e 271 Unidades de Atendimentos no Brasil (78 Cooperativas sedes e 193 Unidade de Atendimento Crédito (UAC's) (CRESOL, 2016). Atualmente, possui abrangência de atuação em 730 municípios, de 09 estados da Federação (PR, RS, SC, MG, ES, RO, SP, RJ e GO). No ano de 2015, a Cresol Baser contava com 140 mil cooperados, um volume de ativos no valor de R\$ 2,3 bilhões e um patrimônio de 300 milhões de reais.

Trazendo de forma sucinta dados sobre o crédito, observa-se que a Cresol Baser no que se refere ao montante de recursos repassados, nas linhas de custeio e investimentos do PRONAF, entre os anos de 2010 a 2015, apresenta uma tendência crescente no volume total de recursos demandados pelos associados das cooperativas de créditos filiadas, demonstrado na Figura 3.1. Contudo é motivo de preocupação para os diretores da Cresol Baser o comportamento das tendências das linhas de custeio e investimento nos anos de 2014 a 2015. Enquanto se verifica um aumento mais acentuado na demanda de crédito de custeio o inverso vai ocorrer com a demanda de crédito para investimento.

Este cenário das demandas de crédito, nas linhas de custeio e investimento, foi também destacado pelos representantes das instituições financeiras (Banco do Brasil, Caixa Econômica Federal, Sicredi e Sicob) durante a mesa redonda sobre crédito rural, realizada no evento do VIII SECIAGRA. Tanto para os debates, realizados no âmbito da Cresol Baser quanto para os do VIII SECIAGRA, a situação de crise dos últimos anos, presente na macroeconomia brasileira, é percebida pelos agricultores familiares. Diante disso, eles passaram a adotar uma conduta que se manifestou numa retração da demanda por crédito de investimento. Os impactos desta conduta que se manifesta na redução dos investimentos dos estabelecimentos familiares se apresentam como objeto de estudos pelos atores sociais.

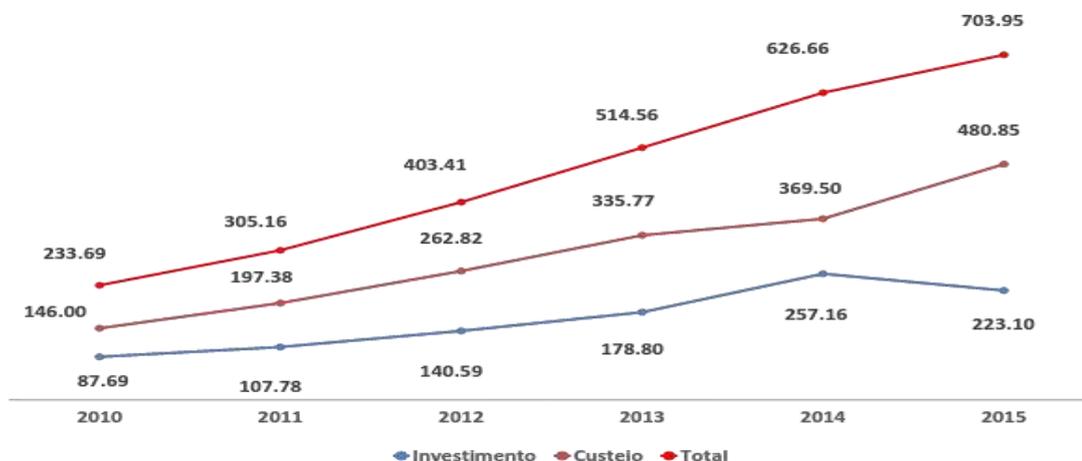


Figura 3.1 – Montante de recursos do PRONAF repassados nas linhas custLeio e investimento entre os anos de 2010 a 2015, em milhões de reais.
Fonte: Cresol Baser, 2016.

Outra questão importante, presente nas reflexões dos gestores da Cresol Baser, refere-se ao número de contratos, os volumes de recursos e cultivos financiados. De acordo com análises realizadas pela Cresol Baser, os dados indicam que a tendência observada, no âmbito do PRONAF, tratados na seção 02, também manifesta-se nas demandas de crédito, solicitadas pelos seus associados ou seja, uma estabilização do ritmo de crescimento do número de contratos, um aumento do volume dos recursos por contrato e a concentração da maior parte dos recursos na produção de grãos, em particular soja e milho. Um estudo sobre as operações de crédito e as finalidades dos financiamentos pelos associados da Cresol Baser está sendo realizado no âmbito deste Projeto de Pesquisa no qual se insere o presente estudo. Os dados da Figura 3.2 destacam o número de operações de crédito de PRONAF e o número de associados demandantes.

Levando em consideração que a Cresol Baser, em 2015, contava com 140 mil associados, os dados da Figura 3.2 evidenciam outra das questões presentes nos debates estratégicos que vêm sendo realizados pelos gestores da Cresol Baser. Trata-se da baixa porcentagem de associados que estão acessando as linhas de crédito do PRONAF, sob a forma de repasse, realizada pela Cresol Baser. Além das questões, relacionadas ao PRONAF, já mencionadas na seção 02 deste artigo, as quais podem também estar sendo percebidas pelos agricultores familiares e organizações financeiras que operam com o PRONAF, parece necessário compreender a dinâmica dos sistemas de produção dos agricultores e sua sociabilidade com os mercados ou seja, analisar as diversas racionalidades presentes e a interface com a política de crédito rural e os mercados.

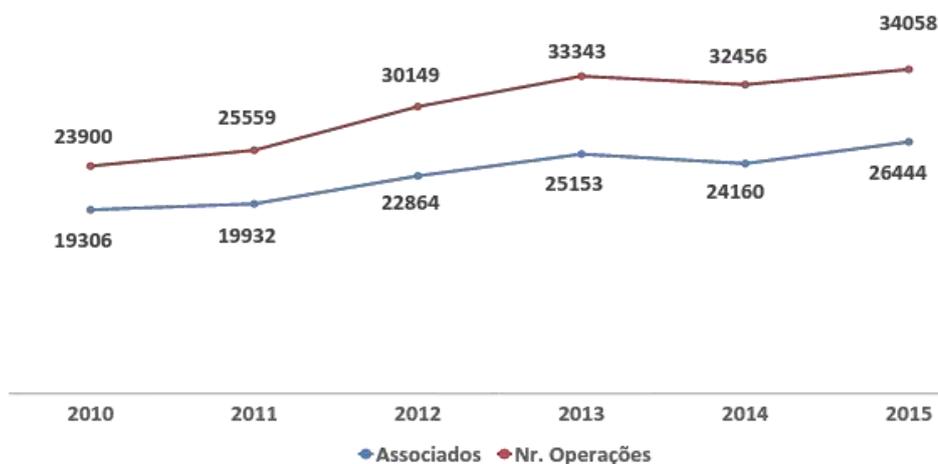


Figura 3.2 Número de operações de crédito e número de associados que realizaram os contratos entre os anos de 2010 a 2015.
Fonte: Cresol Baser, 2016.

Outro aspecto que foi destacado pelos gestores da Cresol Baser bem como pelos representantes das instituições financeiras, presentes no VIII SECIAGRA, refere-se à qualidade da aplicação do crédito nos sistemas produtivos. Na medida em que o agricultor fizer uso adequado do crédito, as possibilidades de observar um desenvolvimento do cooperado e sua família e a permanência no meio rural são ampliadas, argumentaram os atores que operam com o crédito. Por outro lado, a aplicação inadequada pode levar a endividamentos dos produtores, restrições cadastrais, instabilidade econômica da família e, até, a saída do espaço rural. As reflexões sobre esse aspecto apontam para a necessidade de ampliação dos serviços de acompanhamento técnico adequado à racionalidades e o meio em que se encontram os agricultores familiares. Não é propósito, nesse estudo, aprofundar as reflexões sobre o crédito e os serviços de assistência técnica, contudo adiantam-se ser importante avançar em estudos, tendo em vista a maior capacitação dos agricultores, as profundas mudanças na atividade agrícola e do meio rural, a construção de políticas públicas e a necessidade de serviços técnicos capazes de contribuir com a diversidade de projetos produtivos das famílias.

Considerando a história de construção do cooperativismo de crédito solidário do Sistema Cresol Baser e reafirmando sua missão institucional de promover agricultura familiar através do acesso ao crédito, da poupança e da apropriação do conhecimento, os gestores da Cresol Baser, dentre outras ações estratégicas, colocam em curso duas ações com vistas a contribuir na superação dos desafios, ligados ao crédito rural, destacados neste artigo. Uma das ações refere-se ao Programa de Extensão Rural Cresol que está sendo realizado com mais de três centenas de famílias e encontra-se em expansão. O Programa, iniciado em 2015, está baseado numa metodologia de acompanhamento aos estabelecimentos familiares e

pretende, ao rever os limites da assistência técnica convencional, contribuir com os (re)arranjos e inovações dos projetos produtivos dos agricultores familiares. Para isso, parte de suas próprias reflexões institucionais sobre a necessidade de qualificar o processo de organização da estrutura dos serviços, bem como, das ações de acompanhamento técnico junto as famílias. Acima de tudo, colocam-se como propósito do Programa, ampliar os conhecimentos sobre os projetos produtivos dos agricultores e suas interfaces com o cooperativismo de crédito solidário, os mercados e o desenvolvimento rural.

A outra ação estratégica visa construir uma rede que aproxime os pesquisadores das universidades (públicas e privadas) do seu entorno com os gestores da Cresol Baser. Esta iniciativa de parcerias com os pesquisadores, com vista à produção de conhecimentos, foi desencadeada num seminário, realizado, no dia 19 de maio de 2016, em Francisco Beltrão. Esta iniciativa justifica-se devido as grandes transformações e mudanças da agricultura, do meio rural e dos seus impactos sobre os agricultores familiares e demais atores, individuais e coletivos. Colocam-se os parceiros, por meio da rede social, para debater (produzir conhecimentos) sobre os desafios e as perspectivas/cenários, presentes nas cadeias produtivas (curtas e longas) e políticas públicas, na gestão do crédito solidário, entre outros temas ligados à agricultura familiar, ao cooperativismo solidário e ao desenvolvimento local e regional.

Estas ações inserem-se no conjunto de iniciativas da Cresol Baser que tem como propósito ampliar sua capacidade enquanto ator coletivo, de atuar com vistas ao fortalecimento da diversidade agricultura familiar e do desenvolvimento rural. Trata-se de uma ação de construção coletiva de conhecimento enquanto um empreendimento dos atores para um processo de aprendizagem. Ainda que sejam iniciativas recentes, fica a tarefa dos pesquisadores, num diálogo com os atores, em compreender essas iniciativas. Para isso, será necessário identificar e caracterizar as diferentes práticas que colocam em curso, as condições em que surgem e suas estratégias, sua viabilidade ou efetividade para resolver os problemas, bem como, para aproveitar as oportunidades no âmbito do desenvolvimento rural.

Por fim, a experiência da Cresol Baser evidencia que parte expressiva das preocupações sobre o PRONAF-Crédito, destacadas na segunda seção deste capítulo, estão sendo objetos de debates e de construção de ações com vistas à superação das mesmas. Em termos práticos, suas ações abrem caminho para o debate sobre a diversidade da agricultura familiar e para redefinir qual o papel estratégico do crédito rural. No tocante ao crédito, o desafio está em assumir a perspectiva de um modelo de desenvolvimento rural que contemple a diversidade das estratégias produtivas, agrícolas e não-agrícolas, compatibilizando produção de riqueza, equidade social e valorização do meio ambiente.

Considerações finais

Os agricultores familiares gerenciam suas racionalidades produtivas com vistas a sua afirmação como agricultores do futuro. Eles processam suas experiências, atribuindo significados que orientam suas maneiras de fazer a agricultura e de viver no meio rural. Deste modo, os agricultores definem sua participação na construção da realidade social dando luz a uma variedade de racionalidades, que podem ser regidas tanto por motivações dadas pelo processo de modernização da agricultura e pela sociedade, centrada no mercado quanto por razões que estão inscritas em sua história, além de outros valores como o respeito à natureza, a valorização das tradições, a diversidade das formas de produção, negligenciadas pela razão moderna.

A valorização por parte das políticas públicas das diferentes racionalidades entre os agricultores fortalece a dinâmica socioeconômica e ambiental, desempenhando um importante papel no desenvolvimento rural. Isso implica em políticas públicas cada vez menos universais e mais específicas. É neste lugar que se colocam as observações, realizadas pelos diferentes estudos, ao analisarem o PRONAF. Para os estudiosos, a política repete, no âmbito da agricultura familiar, o viés concentrador, setorial e produtivista ou seja, continua a fortalecer a racionalidade convencional, já hegemônica no modelo de desenvolvimento rural agrícola vigente. Não há dúvidas de que o programa pode desempenhar um importante papel na construção do desenvolvimento rural. Contudo será necessário que os atores sociais, em debate público, avancem para além da pauta por mais crédito. Além de rever a institucionalidade e a forma de operação do PRONAF, coloca-se entre outros desafios a necessidade de políticas complementares e introdução de responsabilidades ao longo de toda a “cadeia” de atores do PRONAF.

Nesse sentido, a experiência da Cresol Baser que em boa medida percebe a potencialidade mas também os limites do PRONAF junto aos seus associados, evidencia o esforço em colocar em curso ações estratégicas com vistas a ampliar os conhecimentos sobre o PRONAF, bem como, sobre as estratégias produtivas dos agricultores familiares. Para isso, buscou o caminho das parcerias com os atores ao seu entorno, como os pesquisadores de várias universidades para, em conjunto, empreender esforços no sentido de ampliar os conhecimentos locais para orientar suas ações em favor da diversidade da agricultura familiar e do desenvolvimento rural. Acompanhar e compreender estas iniciativas dos atores em favor do aprimoramento do acesso ao crédito pelos agricultores familiares e das ações de desenvolvimento rural é a tarefa que permanece para os pesquisadores e os gestores das organizações dos agricultores.

Referências Bibliográficas

ANJOS, F. S. dos; GODOY, W. I.; CALDAS, N. V.; GOMES, M. C. Agricultura Familiar e Políticas Públicas: o Impacto do Pronaf no Rio Grande do Sul. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 42, n. 3, p. 529-548, jul/set 2004.

AQUINO, J. R. de; SCHNEIDER, S. (Des)caminhos da política de crédito do pronaf na luta contra apobreza e a desigualdade social no brasil rural. Artigo apresentado na **I CONFERÊNCIA NACIONAL DE POLÍTICAS PÚBLICAS CONTRA A POBREZA E A DESIGUALDADE**, realizada no período de 10 a 12 de novembro de 2010, em Natal – RN.

BASSO, D.; GEHLEN, I. Agricultores Familiares Modernos e Diversos. **Revista Orbis Latina: Racionalidades, Desenvolvimento & Fronteiras**. Edição Especial. v. 5, n. 2, Jan-Dez 2015. p.22-38

BASSO, D. **Racionalidades modernas e identidades socioprofissionais de agricultores familiares**. Porto Alegre, 2013. p. 240. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Rural) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Ciências Econômicas, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural.

BITTENCOURT, G. A.; ABRAMOVAY, R. Inovações institucionais no financiamento à agricultura familiar: o Sistema Cresol. **Revista Economia Ensaio**, v. 16, n. 1: p. 179-207, 2001.

BITTENCOURT, G. Sistema Cresol de cooperativas de crédito rural: uma experiência de economia solidária entre os agricultores familiares. In: SINGER, P.; SOUZA, A. (org). **A economia solidária no Brasil: a autogestão como resposta ao desemprego**. São Paulo: Editora Contexto, 2000, p.193-218.

BÚRIGO, F. L. **Cooperativa de crédito rural: agente de desenvolvimento local ou banco comercial de pequeno porte**. Chapecó: Argos, 2007, 135 p.

CRESOL. **Documento subsídio ao seminário entre pesquisadores das universidades, públicas e privadas, e os gestores da Cresol Baser**. Realizado no dia 19 de maio de 2016, Francisco Beltrão. (Documento interno)

CRESOL. **Promovendo o Desenvolvimento Sustentável**. Revista nº 03. Francisco Beltrão, 2000.

GRISA, C.; WESZ JUNIOR V. J.; BUCHWEITZ; V. D. Revisitando o Pronaf: velhos questionamentos, novas interpretações. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, v. 52, n. 2, p. 323-346, Abr/Jun 2014.

GUANZIROLI, C. E. Pronaf dez anos depois: resultados e perspectivas para o desenvolvimento rural. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 45, n. 02, p. 301-328, abr/jun 2007.

LEFF, E. **Epistemologia ambiental**. 3. Ed. São Paulo: Cortez, 2002.

LONG, N. **Sociologia del desarrollo: una perspectiva centrada en el actor**. México: Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social: El Colégio de San Luis, 2007.

RAMOS, G. **A nova ciência das organizações**. 2. ed. Rio de Janeiro: FGV, 1989.

SANTOS, B. S.. **Pela mão de Alice: o social e o político na pós-modernidade**. 6.ed.- São Paulo: Cortez, 1999.

SCHNAPPER, D. **A compreensão sociológica: como fazer análise tipológica**. Lisboa: Gradativa, 2000.

SCHNEIDER, S. Introdução. In: SCHNEIDER, S. **A diversidade da agricultura familiar** (Org). Porto Alegre: UFRGS, 2006. p.7-12.

SOUZA, P. M. de; PONCIANO, N. J.; NEY, M. G.; FORNAZIER, A. Análise da Evolução do Valor dos Financiamentos do Pronaf-Crédito (1999 a 2010): número, valor médio e localização geográfica dos contratos. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, v. 51, n. 2, p. 237-254, Abr/Jun 2013.

TOURAINÉ, A. **O retorno do actor**: ensaio sobre sociologia. Lisboa: Instituto Piaget, 1996.

Capítulo 4

A responsabilidade dos agricultores e dos técnicos para a efetivação da legislação ambiental

Nardel Luiz Soares da Silva¹

Pedro Celso Soares da Silva²

Vanildo Heleno Pereira³

Adriana Maria De Grandi⁴

Wilson João Zonin⁵

Dirceu Basso⁶

¹ Professor Associado da Unioeste nos Cursos de Graduação em Agronomia e Zootecnia e Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável - PPGDRS. Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE. Campus de Marechal Cândido Rondon. Rua Pernambuco, 1777, Marechal Cândido Rondon – PR. E-mail: nardel.silva@unioeste.br.

² Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia - Pesquisador do IAPAR -Pato Branco-PR.

³Engenheiro Agrônomo, Mestre em Desenvolvimento Rural Sustentável - Doutorando do PPGDRS - Professor nos Cursos de Agronomia e Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da UNIOESTE.

⁴ Professora Associada da Unioeste nos Cursos de Graduação em Agronomia e Zootecnia e Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável - PPGDRS.

⁵ Professor Associada da Unioeste nos Cursos de Graduação em Agronomia e Zootecnia e Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável - PPGDRS.

⁶ Doutor em Desenvolvimento Rural. Professor da Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA) e dos Programas de Pós Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (PPGDRS-Unioeste) e Pós-Graduação em Políticas Públicas e Desenvolvimento – PPGPPD da Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA).E-mail:dirceu.basso@unila.edu.br

Introdução

Para nortear as discussões relacionadas as questões ambientais as quais dizem respeito as responsabilidades dos profissionais das Ciências Agrárias e principalmente dos agricultores, conteúdo deste estudo, parte-se dos Artigos 186 e 225 da Constituição Federal (CF) de 1988, bem como das legislações complementares e correlatas sobre o uso dos recursos naturais nas atividades agropecuárias.

Segundo o Art. 186 da Constituição Federal, a função social da propriedade rural é cumprida quando esta atende simultaneamente aos seguintes requisitos:

1. Aproveitamento racional e adequado;

2. Utilização adequada dos recursos naturais disponíveis e preservação do meio ambiente;
3. Observância das disposições que regulam as relações de trabalho;
4. Exploração que favoreça o bem-estar dos proprietários e dos trabalhadores.

Já o Art. 225, da Constituição Federal diz que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 1988).

Para dar sustentação às discussões, objeto deste estudo, parte-se da política nacional do meio ambiente e das legislações que envolvem os recursos naturais, diretamente utilizados no desenvolvimento das atividades agropecuárias, tais como solos, água, fauna e flora, e por fim, a lei de crimes ambientais, exemplificando diferentes tipos de infrações que ocorrem no meio rural.

A política nacional do meio ambiente

A política nacional do meio ambiente (PNMA), disciplinada pela Lei n **6.938**, de 31 de agosto de 1981, que foi recepcionada pela **Constituição Federal** de 1988, é a referência mais importante na proteção ambiental. Ela dá efetividade ao artigo 225 da Constituição Federal de 1988.

Nela constam os objetivos, instrumentos e diretrizes da política. Foram criados por ela o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) bem como sua estrutura básica e o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA).

Art. 1º - Esta Lei, com fundamento nos incisos VI e VII, do art. 23, e no art. 225 da Constituição Federal, estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, constitui o Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA, cria o Conselho Superior do Meio Ambiente - CSMA, e institui o Cadastro de Defesa Ambiental." A redação deste artigo consta na **LEI Nº 7.804/89** (BRASIL, 1989).

No Art. 2º da Lei 6938/81, destacam-se os objetivos que são a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana, atendendo os seguintes princípios:

I - ação governamental na manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo;

II - racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar;

III - planejamento e fiscalização do uso dos recursos ambientais;

- IV - proteção dos ecossistemas, com a preservação de áreas representativas;
- V - controle e zoneamento das atividades potencial ou efetivamente poluidoras;
- VI - incentivos ao estudo e à pesquisa de tecnologias orientadas para o uso racional e a proteção dos recursos ambientais;
- VII - acompanhamento do estado da qualidade ambiental;
- VIII - recuperação de áreas degradadas;
- IX - proteção de áreas ameaçadas de degradação;
- X - educação ambiental a todos os níveis de ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente.

Observa-se que tanto nos objetivos como nos princípios do Art. 2º da Lei 6938/81, há uma relação direta de responsabilidade dos profissionais das ciências agrárias, como também dos agricultores, responsáveis pelo desenvolvimento das atividades agropecuárias. Estas responsabilidades dizem respeito ao uso adequado dos recursos naturais envolvendo solo, água, fauna e flora.

Também, para fins de familiarização com conceitos importantes relacionados à lei, o Art. 3º traz as seguintes definições:

I - meio ambiente - conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas;

II - degradação da qualidade ambiental - alteração adversa das características do meio ambiente;

III - poluição - degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:

- a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;
- c) afetem desfavoravelmente a biota;
- d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;
- e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos;

IV - poluidor - pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, responsável, direta ou indiretamente, por atividade causadora de degradação ambiental;

V - recursos ambientais: a atmosfera, as águas interiores, superficiais e subterrâneas, os estuários, o mar territorial, o solo, o subsolo, os elementos da biosfera, a fauna e a flora.

No artigo Art. 4º da Política Nacional do Meio Ambiente, estão descritos os principais objetivos da referida lei. É importante observar que ela busca na proteção e preservação ambiental o desenvolvimento econômico e social. Neste sentido, cabe aqui dizer, que para se ter desenvolvimento econômico é preciso que os recursos naturais sejam considerados como

recursos finitos e que a manutenção dos mesmos, ao longo do tempo, permite o desenvolvimento das atividades econômicas por estas e as futuras gerações.

I - à compatibilização do desenvolvimento econômico-social com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico;

II - à definição de áreas prioritárias de ação governamental relativa à qualidade e ao equilíbrio ecológico, atendendo aos interesses da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Territórios e dos Municípios;

III - ao estabelecimento de critérios e padrões de qualidade ambiental e de normas relativas ao uso e manejo de recursos ambientais;

IV - ao desenvolvimento de pesquisas e de tecnologias nacionais orientadas para o uso racional de recursos ambientais;

V - à difusão de tecnologias de manejo do meio ambiente, à divulgação de dados e informações ambientais e à formação de uma consciência pública sobre a necessidade de preservação da qualidade ambiental e do equilíbrio ecológico;

VI - à preservação e restauração dos recursos ambientais com vistas à sua utilização racional e disponibilidade permanente, concorrendo para a manutenção do equilíbrio ecológico propício à vida;

VII - à imposição, ao poluidor e ao predador, da obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados e, ao usuário, da contribuição pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos.

Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA

Além dos avanços descritos até aqui da **Lei 6.938/81- PNMA**, no Art. 6º e adequações descritas nas **Lei Nº 7.804/89** (BRASIL, 1989), **Lei nº 8.028/90** (BRASIL, 1990), **Lei nº 11.516, De 28 De Agosto De 2007** (BRASIL, 2007) e **Lei nº 12.856/2013** (BRASIL, 2013). os órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Territórios e dos Municípios, bem como as fundações instituídas pelo Poder Público, responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental, constituirão o Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA, assim estruturado:

I - órgão superior: o Conselho de Governo, com a função de assessorar o Presidente da República na formulação da política nacional e nas diretrizes governamentais para o meio ambiente e os recursos ambientais (Lei nº 8.028/90);

II - órgão consultivo e deliberativo: o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), com a finalidade de assessorar, estudar e propor ao Conselho de Governo, diretrizes de políticas governamentais para o meio ambiente e os recursos naturais e deliberar, no âmbito

de sua competência, sobre normas e padrões compatíveis com o meio ambiente, ecologicamente equilibrado e essencial à sadia qualidade de vida (Lei nº 8.028/90);

III - órgão central: Ministério do Meio Ambiente (MMA) - órgão central, com a função de planejar, supervisionar e controlar as ações referentes ao meio ambiente em âmbito nacional.

IV - Órgãos executores: o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA e o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - Instituto Chico Mendes, com a finalidade de executar e fazer executar a política e as diretrizes governamentais fixadas, para o meio ambiente, de acordo com as respectivas competências (Lei nº 12.856, de 2013);

V - Órgãos Seccionais: os órgãos ou entidades estaduais responsáveis pela execução de programas, projetos e pelo controle e fiscalização de atividades capazes de provocar a degradação ambiental (Lei nº 7.804/89);

VI - Órgãos Locais: os órgãos ou entidades municipais, responsáveis pelo controle e fiscalização dessas atividades nas suas respectivas jurisdições (Lei nº 7.804/89);

§ 1º - Os Estados, na esfera de suas competências e nas áreas de sua jurisdição, elaborarão normas supletivas e complementares e padrões, relacionados com o meio ambiente, observados os que forem estabelecidos pelo CONAMA.

§ 2º Os Municípios, observadas as normas e os padrões federais e estaduais, também poderão elaborar as normas mencionadas no parágrafo anterior.

§ 3º Os órgãos central, setoriais, seccionais e locais mencionados neste artigo deverão fornecer os resultados das análises, efetuadas, e sua fundamentação quando solicitados por pessoa legitimamente interessada.

§ 4º De acordo com a legislação em vigor, é o Poder Executivo autorizado a criar uma Fundação de apoio técnico científico às atividades do IBAMA (Lei nº 7.804/89).

Partindo da política nacional do meio ambiente e das legislações correlatas e complementares, descreve-se, a seguir, as leis diretamente relacionadas às PNMA e as às atividades agropecuárias, as quais são relevantes, tanto para a atuação dos profissionais das Ciências Agrárias, como, e, principalmente, para agricultores.

Lei de crimes ambientais

É de fundamental importância esclarecer aspectos importantes da Lei nº 9.605/98, a qual estabelece sanções penais e administrativas, derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. Assim, tal lei é um instrumento legal para a defesa do direito a um meio ambiente ecologicamente equilibrado e, conseqüentemente, uma melhor qualidade de vida para todos (BRASIL, 1998).

Infração e crimes ambientais

A desobediência a uma postura federal pode ser considerada como crime, que pode ser tipificado como doloso ou culposo. O crime doloso é aquele que se teve a intenção de fazer. No caso da legislação ambiental, levando em consideração a Lei nº 9.605/98, o agricultor que caçar animais selvagens em extinção pode ser enquadrado como crime doloso (dolo = maldade, ato mau, intencional) (BOTELHO, 2001; SALERA JÚNIOR, 2017).

Não fazer conservação de solo em que um processo erosivo leve sedimentos para o leito de um rio, ou mesmo uma esterqueira mal dimensionada em que haja derramamento de dejetos de animais em cursos de água são possivelmente atos não de vontade mas falhas técnicas. Esses atos podem ser enquadrados como crimes culposos, ou seja, algo que causa um mal, mas sem que se desejasse fazê-lo (BOTELHO, 2001; SALERA JÚNIOR, 2017).

Só leis federais podem definir crimes, podendo levar a pessoa à prisão. Leis estaduais e municipais não definem crime. Leis estaduais e municipais só podem levar a multas e/ou suspensão das atividades econômicas.

Outra definição importante é a de contravenção, que significa uma desobediência de menor gravidade e que normalmente é punida com multa ou pena alternativa. Por exemplo, o Código Florestal previu várias infrações de menor gravidade como contravenção. A pesca fora de época pode ser considerada como contravenção acarretando perda do pescado, dos utensílios de pesca e multa, podendo ser aplicada uma pena adicional do tipo alternativo como trabalhar “x” dias para uma comunidade (BOTELHO, 2001).

As penas aplicadas pela Lei de Crimes Ambientais variam de acordo com a gravidade da infração e podem privar da liberdade, sendo necessário cumprir regime penitenciário, restritiva de direitos, no qual ocorrem penalidades como prestação de serviços à comunidade, interdição temporária de direitos, suspensão de atividades, prestação pecuniária (pagamento de dinheiro) às vítimas e recolhimento domiciliar ou multa.

Caso o infrator seja uma pessoa jurídica, aplicam-se as penas de multa e/ou restritiva de direitos, como suspensão parcial ou total das atividades; interdição temporária de estabelecimento, obra ou atividade; proibição de contratar com o Poder Público, bem como dele obter subsídios ou doações, também é possível a prestação de serviços à comunidade através de custeio de programas e de projetos ambientais; execução de obras de recuperação de áreas degradadas; contribuições a entidades ambientais ou culturais públicas.

Pontos da lei que merecem destaque

1. A legislação ambiental é aplicada à pessoa física e também jurídica;
2. A punição é extinta com apresentação de laudo que comprove a recuperação do dano ambiental;

3. A partir da constatação do dano ambiental, as penas alternativas ou a multa podem ser aplicadas imediatamente.
4. É possível substituir penas de prisão até quatro anos por penas alternativas;
5. Produtos e subprodutos da fauna e flora podem ser doados ou destruídos, e os instrumentos, utilizados, quando da infração podem ser vendidos;
6. Matar animais silvestres sem autorização é crime;
7. Além dos maus tratos, o abuso contra estes animais, bem como aos nativos ou exóticos, também é crime;
8. Experiências cruéis em animal vivo, mesmo para fins científicos, são consideradas crimes, quando existirem outros recursos
9. Destruição, dano, lesão ou maus tratos às plantas de ornamentação é crime;
10. O desmatamento não autorizado é crime, além de ficar sujeito a pesadas multas;
11. Comprar, vender, transportar, armazenar madeira, lenha ou carvão, sem licença da autoridade competente, considera-se crime;
12. Funcionário de órgão ambiental, que omitir informações em procedimentos de licenciamento ambiental, é considerado um infrator da lei.

Disposições gerais

De acordo com o Art. 3º - As pessoas jurídicas serão responsabilizadas administrativa, civil e penalmente conforme o disposto nesta Lei.

No momento de impor a pena, a autoridade observará três principais fatores: A gravidade do fato; os antecedentes do infrator e sua situação econômica.

Da aplicação da pena

Existem fatores que atenuam a pena que estão apresentados no Art. 14, entre eles: baixo grau de escolaridade/instrução; arrependimento do infrator, manifestado pela espontânea reparação do dano ou limitação da degradação ambiental causada; colaboração com os agentes, encarregados da vigilância e do controle ambiental.

Existem também as circunstâncias que agravam a pena e estão apresentadas no Art. 15: reincidência nos crimes de natureza ambiental; ter o agente cometido a infração para obter vantagem pecuniária, coagindo outrem para a execução material da infração, afetando ou expondo a perigo, de maneira grave, a saúde pública ou o meio ambiente, concorrendo para danos à propriedade alheia, atingindo áreas de unidades de conservação ou áreas sujeitas, por ato do Poder Público, a regime especial de uso, atingindo áreas urbanas ou quaisquer assentamentos humanos, em período de defeso à fauna, em domingos ou feriados, à noite, em épocas de seca ou inundações, no interior do espaço territorial especialmente

protegido, com o emprego de métodos cruéis para abate ou captura de animais, mediante fraude ao abuso de confiança, mediante abuso do direito de licença, permissão ou autorização ambiental, no interesse de pessoa jurídica mantida, total ou parcialmente, por verbas públicas ou beneficiada por incentivos fiscais, atingindo espécies ameaçadas, listadas em relatórios oficiais das autoridades competentes, facilitada por funcionário público no exercício de suas funções.

Da apreensão do produto e do instrumento de infração administrativa ou de crime

No artigo 25, será verificada a infração e, por seguinte, serão apreendidos os produtos e instrumentos. Os animais serão libertados em seu habitat ou entregues a fundações assemelhadas que ficarão sob responsabilidades de técnicos habilitados. Tratando-se de produtos perecíveis ou madeiras, estes serão avaliados e doados a instituições científicas, penais e outras com fins beneficentes e os produtos e subprodutos da fauna não perecíveis serão destruídos ou doados a instituições científicas, culturais ou educacionais (BRASIL, 1998, Lei nº 9605/98).

Provocar incêndio em mata ou floresta terá reclusão, de dois a quatro anos, e multa, caso o crime for culposos, a pena é de detenção de seis meses a um ano, e multa; extrair de florestas de domínio público, sem prévia autorização, pedra, areia, cal ou qualquer espécie de minerais, pena de seis meses a um ano, e multa. Receber ou adquirir, para fins comerciais ou industriais, madeira, lenha, carvão e outros produtos de origem vegetal, a detenção será de seis meses a um ano, e multa. Destruir, danificar, lesar ou maltratar, por qualquer modo ou meio, plantas de ornamentação de logradouros públicos ou em propriedade privada alheia, pena de três meses a um ano.

Causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, ou que provoquem a mortalidade de animais ou a destruição significativa da flora, terá reclusão de um a quatro anos, e multa. O Art. 55 diz que executar pesquisa ou extração de recursos minerais sem a competente autorização, permissão concessão ou licença, ou em desacordo com a obtida pode ficar em detenção, de seis meses a um ano, e multa para quem disseminar doença ou praga ou espécies que possam causar dano à agricultura, à pecuária, à fauna, à flora ou aos ecossistemas vai ter reclusão de um a quatro anos com devido pagamento de multa.

Crimes Ambientais contra a fauna

De acordo com a Lei de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605/98), são considerados como crimes contra a fauna, os descritos nos Artigos 29 a 37: matar, perseguir, caçar, utilizar espécimes da fauna silvestre, nativos ou em rota silvestre, sem a devida permissão ou autorização da autoridade competente, a pena será a detenção de seis meses a um ano, e multa. Incorre na mesma pena quem impedir a procriação da fauna sem autorização, quem modificar destruir ou danificar ninho ou criadouro natural e quem vender, expor a venda, tiver em cativeiro ou depósito, utilizar ou transportar ovos, larvas ou espécimes da fauna silvestre, bem como produtos e objetos dela, oriundos de criadouros não autorizados ou sem a devida permissão da autoridade competente (BRASIL, 1998).

São consideradas da fauna silvestre todas as espécimes nativas, aquáticas, terrestres, migratórias ou quaisquer outras, que tenham todo ou parte de seu ciclo de vida ocorrendo dentro do limite do território brasileiro.

A pena é dobrada se o crime praticado vai contra espécie rara ou considerada ameaçada de extinção, em período proibido à caça, durante a noite, em unidade de conservação, com instrumentos capazes de provocar destruição em massa. A pena é triplicada se o crime decorre da caça profissional.

Exportar peles e couros de anfíbios e répteis em bruto, sem a autorização da autoridade ambiental, a pena de reclusão é de um a três anos e multa.

Detenção de um a três anos, ou multa, ou ambas cumulativamente quem pescar em período no qual a pesca é proibida ou em lugares interditados, pescar espécimes que devam ser preservadas ou com tamanhos inferiores aos permitidos, quantidades superiores as permitidas, transportar, comercializar ou industrializar as espécimes provenientes da coleta de pesca proibidas.

Introduzir espécime animal no País, sem licença expedida por autoridade, a detenção é de três meses a um ano e multa para quem praticar ato de abuso, maus-tratos, ferir ou mutilar animais silvestres, domésticos ou domesticados, nativos ou exóticos, a detenção é de três meses a um ano e multa. As penas prosseguem para quem realiza experiência dolorosa ou cruel em animal vivo, ainda que para fins didáticos ou científicos. A pena é aumentada em um sexto a um terço se ocorre a morte do animal.

Provocar, pela emissão de efluentes ou carreamento de matérias, a perda/morte (perecimento) de espécimes da fauna aquática, origina uma pena detenção de um a três anos, ou multa, ou cumulativamente. Incorre na mesma pena quem causa degradação em viveiros ou estações de aquicultura de domínio público, quem explora campos naturais de invertebrados aquáticos e algas sem autorização da autoridade.

Pescar mediante a utilização de explosivos ou substâncias que, em contato com a água, produzam efeito semelhante e substâncias tóxicas, resulta na pena de um a cinco anos.

O abate de animal, não é crime quando realizado em estado de necessidade, para saciar a fome do agente ou da família e para proteger lavouras, pomares e rebanhos da ação predatória ou destruidora de animais, desde que seja autorizado pela autoridade.

Crimes ambientais contra a flora

Já, em relação à flora, nos Artigos 38 a 53, considera-se crime, causar destruição ou dano à vegetação de Áreas de Preservação Permanente, ou à Unidades de Conservação; provocar incêndio em mata ou extração, cortar, adquirir, vender, expor para fins comerciais de madeira, lenha, carvão e outros produtos de origem vegetal sem a devida autorização; extrair de florestas de domínio público ou de preservação permanente pedra, areia, ou qualquer espécie de mineral; impedir ou dificultar a regeneração natural de qualquer forma de vegetação; destruir, danificar, lesar ou maltratar plantas de ornamentação de logradouros públicos ou em propriedade privada alheia; comercializar ou utilizar motosserras sem a devida autorização (BRASIL, 1998).

Com relação à flora, é importante considerar o entendimento sobre Área de Preservação Permanente e Reserva Legal estabelecido no Novo Código Florestal, Lei nº 12.651/12 (BRASIL, 2012).

A Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (Novo Código Florestal) foi publicada no Diário Oficial da União, de 25 de maio de 2012. Ela determina as áreas que devem ser preservadas e quais regiões são autorizadas a receber os diferentes tipos de produção rural. Institui as regras gerais sobre onde e de que forma a vegetação nativa do território brasileiro pode ser explorada.

Estabelece limites de uso das áreas dos imóveis rurais para que se mantenha o equilíbrio entre as dimensões ambiental e econômica na exploração agropecuária. A lei refere-se à proteção e preservação de florestas, matas ciliares, Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal.

Segundo o Novo Código Florestal, é obrigação do proprietário rural proteger o meio ambiente natural, mediante a manutenção de espaços, protegidos de propriedade privada, divididos entre Área de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal (RL).

No Art. 3º da Lei nº 12.651/12, os incisos II, III, IV, trazem o entendimento sobre Área de Preservação Permanente - APP, Reserva Legal (RL) e Área Rural Consolidada.

Art. 3º - Para os efeitos desta Lei, entende-se por:

II - Área de Preservação Permanente - APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a

estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas;

III - Reserva Legal: área, localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, delimitada nos termos do art. 12, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa;

IV - Área Rural Consolidada: área de imóvel rural com ocupação antrópica preexistente a 22 de julho de 2008, com edificações, benfeitorias ou atividades agrossilvipastoris, admitida, neste último caso, a adoção do regime de pousio;

Áreas de preservação permanente (APP), assim como as Unidades de Conservação, visam atender ao direito fundamental de todo brasileiro a um "meio ambiente ecologicamente equilibrado", conforme assegurado no art. 225 da Constituição. No entanto, seus enfoques são diversos: enquanto as UCs estabelecem o uso sustentável ou indireto de áreas preservadas, as APPs são áreas naturais intocáveis, com rígidos limites de exploração, ou seja, não é permitida a exploração econômica direta.

As atividades agropecuárias, desenvolvidas no meio rural, causam pressões ao meio ambiente, muitas vezes degradando-o. Desta forma, é importante alertar aos produtores rurais e agentes de assistência técnica e extensão rural, que nas áreas de proteção permanente (APP) é proibido o desenvolvimento de qualquer atividade agropecuária. Nem mesmo a instalação de construções tanto para criação de animais, ou residenciais são permitidas, salvo, em casos especiais e com autorização dos órgãos competentes (Art. 8º da Lei nº 12.651/12).

Poluição, contaminação e degradação ambiental

Nos Artigos 54 a 61, a Lei dos crimes ambientais apresenta o conteúdo relacionado as atitudes criminosas que causam poluição que provoque ou possa provocar danos à saúde humana, mortandade de animais, destruição da flora e contaminação dos recursos hídricos.

São considerados crimes ambientais a pesquisa, lavra ou extração de recursos minerais sem autorização ou em desacordo com a obtida e a não-recuperação da área explorada; a produção, processamento, embalagem, importação, exportação, comercialização, fornecimento, transporte, armazenamento, guarda, abandono ou uso de substâncias tóxicas, perigosas ou nocivas à saúde humana ou em desacordo com as leis; a operação de empreendimentos de potencial poluidor sem licença ambiental ou em desacordo com esta; também se encaixam nesta categoria de crime ambiental a disseminação de doenças, pragas ou espécies que possam causar dano à agricultura, à pecuária, à fauna, à flora e aos ecossistemas.

Assim, recomenda-se especial atenção dos técnicos e agricultores, quanto ao uso correto dos agrotóxicos para que tenham cuidados redobrados para evitar a poluição dos recursos hídricos. Nesta direção é importante a observação da Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989 e legislações complementares, no que diz respeito ao uso dos produtos, lavagem e destino das embalagens, abastecimento e lavagem de pulverizadores (BRASIL, Lei nº 7.802/89).

Também, em relação aos resíduos sólidos e líquidos gerados nas residências e, principalmente, nas atividades agropecuárias, tais como os dejetos dos animais, esgotos sanitários e lixo doméstico, os quais, devem ser destinados adequadamente. Quando isso não ocorre, tornam-se fontes potenciais de contaminação dos recursos hídricos, podendo ser considerados como crimes ambientais.

Por fim, não se poderia deixar de fazer considerações sobre o uso, manejo e conservação do solo agrícola. O mau uso do solo atenta contra os interesses do Estado, exigindo deste, serviços de orientação, fiscalização e repressão que permitam o controle integrado e efetivo dos seus recursos naturais.

As penalidades que por ventura sejam necessárias, poderão ser aplicadas aos autores, sejam eles proprietários, arrendatários, parceiros, posseiros ou responsáveis pelas áreas agrossilvopastoris.

As penalidades cabíveis são: advertência por escrito; suspensão do acesso aos benefícios dos programas de apoio do poder público, inclusive creditícios; multa, e até mesmo, a desapropriação da área do infrator, na qual é gerada a prática ou constatada a omissão, contrárias às disposições legais (PARANÁ, Dec. nº 6.120/1985).

O pedido de financiamento, destinado à atividade agropecuária, em terras onde for exigida a execução de planos de proteção ao solo e de combate à erosão, somente será concedido por estabelecimentos de crédito, oficiais ou não se acompanhado de certificado comprobatório, expedido por Engenheiro Agrônomo do Ministério da Agricultura, ou credenciado, no qual declare o andamento dos trabalhos de proteção ao solo e de combate à erosão quando se tratar de terras já cultivadas, ou a execução de tais trabalhos, no caso de terras ainda inexploradas (BRASIL, Dec. nº 77.775/76).

Dos crimes contra a administração ambiental

São infrações administrativas quaisquer ações ou omissões que violem regras jurídicas de uso, gozo, promoção, proteção e recuperação do meio ambiente. A Lei de Crimes Ambientais disciplinou as infrações administrativas em seus Arts. 70 a 76, e foi regulamentada pelo Decreto 6.514/08 (BRASIL Dec. nº 6.514/08).

O Poder Público, no exercício do poder fiscalizador, ao lavrar o auto de infração e de apreensão, indicará a multa prevista para a conduta, bem como, se for o caso, as demais

sanções estabelecidas no decreto, pela análise da gravidade dos fatos, dos antecedentes e da situação econômica do infrator. A aplicação de sanções administrativas não impede a penalização por crimes ambientais se também forem aplicáveis ao caso.

Qualquer pessoa, ao tomar conhecimento de alguma infração ambiental, poderá apresentar representação às autoridades integrantes do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA). A autoridade ambiental não tem escolha: uma vez ciente, deverá promover imediatamente a apuração da infração ambiental sob pena de corresponsabilidade.

Se o funcionário público fizer afirmação falsa ou enganosa, omitir a verdade, sonegar informações ou dados técnico-científicos em procedimentos de autorização ou de licenciamento ambiental, conceder ao funcionário público licença, autorização ou permissão em desacordo com as normas ambientais para as atividades, obras ou serviços cuja realização depende de ato autorizativo do Poder Público, deixar aquele que tiver o dever legal ou contratual de fazê-lo, de cumprir obrigação de relevante interesse ambiental, obstar ou dificultar a ação fiscalizadora do Poder Público no trato de questões ambientais, a pena será detenção de um a três anos e multa.

Considera-se infração administrativa ambiental toda ação ou omissão que viole as regras jurídicas de uso, proteção e recuperação do meio ambiente descritas no Art. 72 da Lei de Crimes Ambientais.

Exemplos de crimes ambientais praticados por profissionais técnicos e agricultores

MPE denuncia técnicos do Naturatins e fazendeiros por desmatamento.

As denúncias apontam a existência de um esquema de corrupção, diz MPE.

Crimes aconteceram em 2014, quando 3.374 hectares foram desmatados. Cerca de 23 pessoas foram denunciadas por crimes ambientais pelo Ministério Público Estadual (MPE). Entre os denunciados estão produtores rurais, técnicos da área ambiental e do Instituto Natureza do Tocantins (Naturatins). Os crimes ambientais são referentes à emissão fraudulenta de autorizações para exploração de áreas de floresta.

As denúncias são assinadas pelo Promotor de Justiça, coordenador do Grupo de Atuação Especial de Combate ao Crime Organizado (Gaeco).

De acordo com o MPE, as denúncias apontam a existência de um esquema de corrupção, em que viabilizava a extinção da proteção ambiental de algumas fazendas. Os crimes ambientais foram em 2014, quando uma área de 3.374 hectares de preservação permanente foram desmatadas de forma ilegal.

No esquema, os produtores rurais, assessorados por técnicos, apresentavam ao Naturatins pedidos administrativos de autorização para realizar o desmatamento. No Naturatins, eram emitidos pareceres técnicos e autorizações em total desacordo com as leis ambientais, efetivando as fraudes.

As autorizações para a exploração ambiental eram em propriedades rurais nos municípios de Cariri do Tocantins, Guaraí, Miracema do Tocantins, Monte do Carmo, Paraíso do Tocantins, Pium, Porto Nacional e Sucupira.

Como punição, a multa deve ser de R\$ 30.449,00 em caráter de reparação aos danos ambientais. O MPE informou que requer o indiciamento dos envolvidos pela prática de crimes ambientais prevista na Lei 9.605/98, especificada no artigo 50 (G1 TO, 2016).

MP-PR denuncia 8 policiais e 3 servidores do IAP por crimes ambientais

Os policiais ambientais e os funcionários públicos, além de seis madeireiras do estado, são acusados de terem facilitado o transporte ilegal de madeira no Paraná.

O Ministério Público do Paraná (MP-PR) em Guarapuava (Centro-Sul) denunciou à Justiça de Prudentópolis (Campos Gerais), nesta segunda-feira (14), a suposta participação de oito policiais, três servidores do Instituto Ambiental do Paraná (IAP) e seis madeireiras em um esquema de prática de crimes ambientais. Entre as irregularidades teriam ocorrido o corte, comercialização, transporte e depósito ilegais de madeiras, práticas que teriam sido facilitadas por agentes públicos.

Ao todo, foram apresentadas três denúncias resultantes da Operação João de Barro, realizada no mês passado pelo Grupo de Atuação Especial de Combate ao Crime Organizado (Gaeco) e pela Polícia Militar (PM-PR), que desmontou o esquema.

A primeira denúncia tem como alvo seis policiais ambientais, três funcionários do Instituto Ambiental do Paraná (IAP) – já afastados do órgão – e seis madeireiras que estariam associados à prática de diversos crimes, como o corte ilegal de araucárias e apresentação de relatórios ambientais falsos.

A segunda peça denuncia seis policiais ambientais (quatro dos quais já figuram na primeira denúncia) por quatro crimes, sendo um deles a confecção de boletins de ocorrência com dados falsos, a fim de facilitar a prática dos crimes investigados. Na terceira, os dois funcionários do IAP – que também integram a primeira peça – foram denunciados pela prática de estelionato (KUBASKI, 2014).

Exemplos de crimes ambientais praticados por agricultores

Também é importante que os agricultores e demais atores sociais que têm envolvimento direto ou indireto com o desenvolvimento de atividades agropecuárias, e/ou, que utilizam recursos ambientais; tenham conhecimentos sobre possíveis infrações as leis, pois caso contrário, poderão ser responsabilizados e terem que responder criminalmente pelos seus atos, como no exemplo que se descreve a seguir.

Crimes de poluição, ou risco de poluição e contaminação ambiental

Agricultor do Paraná é multado por crime ambiental

Polícia Ambiental Força Verde multa agricultor por disposição inadequada de embalagens de agrotóxico

Dois agricultores de Tuneiras do Oeste (PR), cujos nomes não foram divulgados pela Polícia Ambiental, foram multados em R\$ 10 mil (R\$ 5 mil cada) por disposição inadequada de embalagens de agrotóxico. Além das multas, os arrendatários da fazenda responderão inquérito policial por crime ambiental.

Segundo o oficial, além da utilização inadequada, os ruralistas são acusados de jogar frascos, galões, vidros de produtos como Glifosato, Raundup, Dimilim e outros altamente tóxicos nas margens de um córrego afluente do Rio da Areia. Este deságua no Rio Goioerê que deságua no Rio Piquiri que tem afluência direta no Parque Nacional de Ilha Grande.

O policial lembra que os agentes químicos destroem matas ciliares, comprometem a conservação do solo e, em contato com a água, incidem diretamente na qualidade de vida das pessoas (ZANQUETTI, 2006).

Agricultor é multado em R\$ 4 mil por armazenagem ilegal de agrotóxicos

Arrendatário de 30 anos foi multado em R\$ 4 mil hoje por armazenamento de embalagens e de agrotóxicos ilegalmente. Os produtos estavam em um barracão construído em madeira, o que é proibido.

Nas embalagens não haviam sinalizações, rótulos de riscos e outros cuidados ambientais, contrariando as normas técnicas e a legislação ambiental, bem como a bula dos próprios produtos perigosos. Além disso, não havia sistema contra riscos de contaminações em caso de vazamentos.

Equipe da Polícia Militar Ambiental (PMA) interditou as atividades. O acusado responderá por crime ambiental e poderá pegar pena de um a quatro anos de prisão pelo armazenamento e utilização irregular de agrotóxicos.

O autuado foi notificado a realizar a destinação adequada das embalagens e a construir o armazém dentro das normas legais (CHIANEZI, 2016).

Crime ambiental, crimes de sonegação fiscal, contrabando ou descaminho

Produtor rural de MS é multado em R\$ 500 mil por uso de agrotóxico ilegal

Na propriedade, foram apreendidos produto contrabandeado e trator.

Responsável também vai responder por sonegação fiscal e contrabando.

Um proprietário rural em Bodoquena, município distante 253 quilômetros de Campo Grande, foi multado em R\$ 500 mil pelo uso de agrotóxico ilegal. O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) ainda apreendeu um trator e o produto contrabandeado.

No galpão da propriedade, foram encontrados duas embalagens vazias, três pacotes fechados, um aberto com 250 gramas e o trator pulverizador. O produto de origem chinesa importado do Paraguai e não tem registro no Brasil. O funcionário da fazenda e responsável pela preparação e aplicação do agrotóxico disse aos fiscais do IBAMA que para cada 25 hectares foram utilizados 1,250 quilo do produto. Ao todo, foram aplicados 21,750 quilos para aproximadamente 350 hectares.

O responsável vai responder por crime ambiental e crimes de sonegação fiscal e contrabando ou descaminho. Além da multa, as sanções administrativas incluem a interdição e destruição da lavoura onde houve a aplicação de agrotóxicos ilegais.

Somente os agrotóxicos avaliados e registrados por órgãos federais responsáveis pela agricultura, meio ambiente e saúde, podem ser comercializados e utilizados no país. O armazenamento e uso de agrotóxicos

ilegais, não registrados, objeto de contrabando e falsificados, constituem crime.

Os produtos agrotóxicos ilegais, que entram no país por meio do contrabando, expõem o meio ambiente e pessoas a diversos riscos (G1 MS, 2016).

Crime contra a flora e por risco de poluição ou contaminação de recursos hídricos

Agricultores são multados em R\$ 20 mil por manterem gado em nascentes

Quatro agricultores foram autuados em um total de R\$ 20 mil por manterem criação de gado em local de nascentes e matas ciliares (Área de Preservação Permanente – APP) de um córrego que corta a área do assentamento Serra em Paranaíba, município distante 422 quilômetros da Capital.

O flagrante ocorreu durante fiscalização de rotina da PMA de Cassilândia. Os agricultores já haviam sido notificados pelo INCRA (Instituto Nacional de Reforma Agrária), no entanto mantiveram os animais na área protegidas por lei.

Os infratores, de 47 e 62 anos e os outros dois de 63, que residem no assentamento Serra, foram autuados em R\$ 5.000,00 cada um.

As atividades foram interditas e os infratores foram notificados a realizar a retirada do gado da área protegida, sob pena de serem autuados novamente. Eles também responderão por crime ambiental que pode gerar uma pena de detenção de um a três anos (FERNANDES, 2016).

Agricultor é multado em R\$ 10 mil por criar gado degradando nascentes em Inocência

Agricultor foi multado em R\$ 10 mil por criar gado degradando nascentes e em margem de via férrea em uma propriedade rural em Inocência, a 321 quilômetros de Campo Grande.

A PMA (Polícia Militar Ambiental) em fiscalização em fazendas do município flagrou o agricultor criando gado em área de preservação permanente e na faixa de domínio de uma via férrea, inclusive, cercando a área de pastagem no local e permitindo que os animais tivessem acesso a ferrovia, que está ativa, o que colocava em risco a segurança.

O proprietário rural também construiu currais na área de várzea e olhos d'água, o que é proibido por legislação. A área cercada era utilizada para dessedentação do rebanho e estava sendo pisoteada pelo gado e equinos, afetando a vegetação que estava em regeneração.

O agricultor afirmou aos policiais que não tinha onde colocar os animais e por essa razão utilizava o local. Ele foi autuado por danificar área considerada de preservação permanente e também responderá por crime ambiental e poderá pegar pena de detenção de um a três anos.

As atividades foram interditas e o agricultor foi notificado a retirar os animais do local. A IAGRO (Agência Estadual de Defesa Sanitária Animal e Vegetal) foi acionada e apreendeu os animais (LEMES, 2015).

Dois agricultores serão multados por contaminação do rio que abastece Arapongas

Poluição em manancial deixa moradores de Arapongas sem água.

Dois agricultores de Arapongas, no Norte do estado, vão ser multados pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP) e devem responder por crime ambiental pela contaminação do manancial que abastece o município. A captação e a distribuição do rio foram suspensas e quase 100 mil moradores da cidade ficaram dois dias sem água.

Segundo a Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar), as atividades foram suspensas porque houve suspeita de contaminação por agrotóxico da água do ribeirão que abastece Arapongas. "Paralisamos para evitar distribuir uma água contaminada para a população. Se foi negligência de alguma pessoa, ela tem de ser responsabilizada por isso", disse o, gerente regional da SANEPAR, ao telejornal Bom Dia Paraná.

Técnicos da SANEPAR e do IAP, e policiais da Polícia Ambiental Força Verde, da Polícia Militar (PM), percorreram a zona rural da cidade, e, logo na primeira propriedade, foram encontrados galões com veneno agrícola escondidos no mato, e outros, vazios, espalhados próximos a um córrego. Em uma nascente, uma bomba desviava o curso da água para um poço, onde os pulverizadores de inseticida eram abastecidos. A lavoura da propriedade ocupa área que deveria ser mata preservada, e o matagal que sobrou está queimado pelo veneno. "Isso causa, com certeza, uma contaminação. Só o simples fato de ele estar abastecendo diretamente no rio causa um comprometimento à qualidade da água", disse o, fiscal do IAP.

Em outra propriedade, em uma granja de porcos, carcaças de animais apodreciam próximo ao córrego. Os dejetos dos animais eram depositados em buracos que deveriam ser lagoas de tratamento. Amostras da água foram recolhidas e o resultado da análise fica pronto em sete dias.

Independentemente do laudo, os donos das duas propriedades onde foram encontradas irregularidades serão multados pelo IAP. Os valores ainda não foram definidos porque são vários os crimes ambientais cometidos. Além disso, os casos serão encaminhados no Ministério Público (MP) e também à polícia, e os agricultores deverão responder criminalmente.

"Com tantas informações hoje nos meios de comunicação, é impossível o cara alegar desconhecimento da lei. Isso é um abuso, um desrespeito às leis ambientais, à natureza e à saúde das pessoas da região", disse um, cabo da Força Verde (GAZETA DO POVO, 2008).

Agricultor é multado por destruir matas ciliares de córrego e por erosões

Durante fiscalização nas propriedades rurais do município, Policiais Militares Ambientais de Naviraí, autuaram um proprietário rural por degradações ambientais. Na fazenda, o pecuarista realizou o plantio de cana-de-açúcar até 10 metros margeando um córrego, quando deveriam ser conservados 30 metros de área protegida. Foram encontrados também pontos de erosões, que causavam assoreamento do córrego.

As atividades foram paralisadas. O proprietário rural, de 75 anos, residente em Naviraí, foi autuado por danificar área considerada de preservação permanente (mata ciliar) e por erosões e foi multado em R\$ 16.500,00. Ele também responderá por crime ambiental e poderá pegar uma pena de detenção de um a três anos.

O pecuarista também foi notificado a confeccionar um Plano de Recuperação da Área Degradada (PRADE), junto ao órgão ambiental (DOURADOS NEWS, 2017).

Agricultor é multado em R\$ 10 mil por exploração ilegal de madeira

Proprietário rural, 47 anos, foi multado em R\$ 10.450 mil por exploração ilegal de madeira. O flagrante aconteceu no assentamento Uirapuru, em Nioaque. Além da multa, o infrator responderá por crime ambiental, que prevê pena de até dois anos de reclusão.

Agricultor que é morador do município, realizava a construção de um mangueiro para gado em seu lote, utilizando uma grande quantidade de madeira explorada sem autorização ambiental. Foram apreendidos 20 palanques de aroeira, tábuas e postes de angico e bálsamo, todas são espécies em extinção e protegidas por lei.

As atividades no local foram interditadas pela Polícia Militar Ambiental (PMA) (VILALBA, 2016).

Agricultor paranaense é preso por cortar araucárias centenárias

Araucárias centenárias foram derrubadas ilegalmente numa propriedade rural de Imbituva, a 172 quilômetros de Curitiba, nos últimos dias. A Polícia Florestal de Ponta Grossa prendeu ontem em flagrante o agricultor, acusado de derrubar 220 pinheiros.

As árvores tinham 80 centímetros de diâmetro. O agricultor foi multado em R\$ 66 mil e pode pegar de um a três anos de prisão por crime ambiental.

O agricultor alegou à Polícia que passava por dificuldades financeiras e que venderia a madeira, mas não informou o nome do comprador. Ele teria recebido pelo trabalho um adiantamento de R\$ 18 mil. A polícia encontrou em sua propriedade 330 toras prontas para serem levadas. O policial, que comandou a operação, estima que cerca de cem toras já teriam sido vendidas. De acordo com denúncias anônimas, pelo menos dois caminhões carregados de toras haviam saído da área.

O agricultor possui uma área de 20 hectares, a maior parte dela coberta por araucárias. A Polícia Florestal calcula que 70% das árvores foram cortadas. O agricultor afirmou à polícia que a pessoa que fez o contato com ele garantiu que tinha autorização do Instituto Ambiental do Paraná (IAP). De acordo com o IAP, somente o proprietário da área pode conseguir a autorização de corte, que só é dada quando o agricultor prova que não tem outros meios de sobrevivência. Ainda assim, o limite para corte é de somente 10 pinheiros.

De acordo com o IAP, as apreensões de madeiras na região de Imbituva vêm crescendo. Em uma única semana, o instituto já chegou a aplicar 82 autos de infração. Em multas já foram R\$ 480 mil. No início desta semana, a polícia apreendeu em Fernandes Pinheiros 400 metros cúbicos de araucária e mais 3 mil metros cúbicos de lenha. O proprietário da área, havia derrubado 800 pinheiros e foi multado em R\$ 267 mil (AMBIENTE BRASIL, 2003).

Agricultor pode pegar 5 anos de prisão por raspar árvores

O caso envolveu um agricultor, morador de Planaltina - cidade localizada a cerca de 40 quilômetros do centro de Brasília -, que foi preso em flagrante por agentes da Polícia Florestal do DF quando raspava árvores de *Protium almesca* à beira do córrego Pindaíba, nas imediações de sua propriedade.

Na Delegacia de Crimes Ambientais do DF, onde foi autuado em flagrante, o agricultor foi enquadrado com base no artigo 26 do Código Florestal. O crime por ele praticado é inafiançável e, se condenado, pode ficar cinco anos na prisão.

Policiais que deram o flagrante contam que ao ser preso o agricultor portava vários saquinhos com pó de almesca. Ele teria confessado que venderia o produto a moradores do Vale do Amanhecer, lugarejo místico próximo a Planaltina. Mas o agricultor nega as acusações. Segundo ele, as casca da

árvore foram coletadas fazer um chá para sua mulher, de 40 anos, que, de acordo com o agricultor, sofre de doença de Chagas e tem crises de dores constantemente, e só fica aliviada quando toma chá de almesca (DIÁRIO DO GRANDE ABC, 2000).

Crime ambiental contra a fauna

Agricultor que criava javalis irregularmente é condenado a prestar serviços ambientais

Um agricultor de Matelândia (PR), de 54 anos, multado pelo IBAMA por criar javalis irregularmente, conseguiu converter a penalidade pecuniária em prestação de serviço ambientais.

O Tribunal Regional Federal da 4ª Região (TRF4) manteve sentença que entendeu ter havido exagero por parte do órgão, uma vez que o homem não tem antecedentes, é de baixa renda e cuidava bem dos animais.

O criador foi autuado em 2002 e recorreu administrativamente alegando que seriam porcos e não javalis. Durante a tramitação do processo no Ibama, ele pôde ficar com a guarda dos animais. A Procuradoria do órgão chegou a recomendar a redução do valor da multa e posterior conversão em prestação de serviços ambientais, possibilidade prevista na legislação. Entretanto, o IBAMA manteve a penalidade inicial, concluindo o processo administrativo em 2009.

Como o réu não pagou o débito, o órgão incluiu seu nome em um cadastro de dívida ativa e ingressou com uma execução fiscal na 1ª Vara Federal de Foz do Iguaçu (PR), pedindo a penhora da propriedade do agricultor. Ele, então, moveu embargos à execução, exigindo o reconhecimento de impenhorabilidade do imóvel e de desproporcionalidade do valor da multa, sob o argumento de que a estipulação do valor não foi explicada pelo órgão.

Em primeira instância, a Justiça atendeu aos pedidos. O valor da penalidade foi reduzido para o mínimo legal – que é de R\$ 5 mil -, e esta convertida para a prestação de serviços ambientais a ser determinados pelo próprio Ibama. O órgão recorreu ao tribunal.

O relator do processo na 3ª Turma, desembargador federal Ricardo Teixeira do Valle Pereira, confirmou a sentença. Segundo o magistrado, a impenhorabilidade da pequena propriedade rural é assegurada pela Constituição. Em relação ao valor da sanção, Pereira disse que “o arbitramento do valor da sanção pecuniária deve ser devidamente fundamentado pela autoridade administrativa, notadamente, quando estabelecido acima do mínimo legal”. “Na falta dessa necessária fundamentação, a redução do valor da multa para o mínimo legal é medida que se impõe”, acrescentou (JUSTIÇA FEDERAL TRF4, 2017).

Crime ambiental contra a fauna e a flora

Agricultor multado por fogo no Parque Estadual de Grão Mogol

Montes Claros – um agricultor foi multado em R\$ 2,015 milhões pela polícia militar de meio ambiente, acusado de atear fogo em 1.045 hectares do Parque Estadual de Grão Mogol, no município Homônimo no norte de Minas.

O fogo devastou boa parte da área de proteção ambiental e causou grande impacto, com a destruição de matas nativas e a morte de animais silvestres.

O foco de incêndio começou na propriedade do agricultor, na comunidade de Boquinha. O agricultor nega que tenha colocado fogo no terreno. Com uma

renda mensal de R\$ 400, ele diz que mal consegue sustentar a família, muito menos pagar a multa (GIRLENO, 2012).

Por dano ambiental, MPPR denuncia engenheiro agrônomo

O Ministério Público do Paraná, por meio da 1ª Promotoria de Justiça da Comarca de Campo Mourão, no Centro-Ocidental paranaense, ofereceu denúncia contra engenheiro agrônomo por uso indevido de agrotóxico. O fato ocorreu em 2014 na zona rural do distrito de Piquirivaí.

De acordo com investigação do MPPR, iniciada a partir de Auto de Infração Ambiental lavrado pela Agência de Defesa Agropecuária do Paraná (Adapar), o profissional realizou, de forma consciente, diagnóstico falso que resultou na aplicação indevida de herbicida em plantação de mandioca. Além de utilizar o produto tóxico em região diferente da apontada no Receituário Agrônomo, o denunciado não teria observado o horário de aplicação e a direção dos ventos, causando diversos danos a pastagens e plantações vizinhas.

Na denúncia, a Promotoria de Justiça requer a instauração de processo criminal, por crime previsto na lei que dispõe sobre o manuseio de agrotóxicos (Lei 7802/89) com a citação do denunciado para interrogatório e defesa. A proposição da denúncia integra as ações de combate ao uso indiscriminado de agrotóxicos promovidas pela Coordenação Regional da Bacia do Alto Ivai (Rede Ambiental) (MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DO PARANÁ, 2017).

Conclusões

O conhecimento das políticas ambientais e também das responsabilidades sobre os recursos naturais, são imprescindíveis nos dias de hoje, principalmente para os que desenvolvem atividades que utilizam direta ou indiretamente os recursos naturais em suas atividades, como também os profissionais que assumem a responsabilidade técnica das mesmas.

Assim, este estudo, teve como objetivo, fazer uma revisão comentada das leis, principalmente da política nacional do meio ambiente e lei de crimes ambientais, destacando os principais pontos que dizem respeito à atuação dos profissionais e dos agricultores.

Para tornar mais compreensível estas legislações, buscou-se através de casos verídicos, exemplos de crimes e infrações cometidos tanto por profissionais como também por agricultores.

Referências Bibliográficas

AMBIENTE BRASIL. Agricultor paranaense é preso por cortar araucárias centenárias. Ambientebrasil, 01/08/2003. Disponível em: <<http://noticias.ambientebrasil.com.br/clipping/2003/08/01/11578-agricultor-paranaense-e-preso-por-cortar-araucarias-centenarias.html>>. Acesso em 10 de set.. 2017.

BOTELHO, M. C. 2001. Legislação Ambiental Explicada para os Candidatos a Concursos de Meio Ambiente. (Apostila). São Paulo (SP). 67p.

BRASIL. Lei nº 12.856, de 2 de setembro de 2013. Transforma cargos vagos da Carreira da Previdência, da Saúde e do Trabalho, estruturada pela Lei no 11.355, de 19 de outubro de 2006, em cargos de Analista Ambiental, da Carreira de Especialista em Meio Ambiente, de que trata a Lei no 10.410, de 11 de janeiro de 2002; estende a indenização, de que trata o art.

16 da Lei no 8.216, de 13 de agosto de 1991, aos titulares de cargos de Analista Ambiental e de Técnico Ambiental da Carreira de Especialista em Meio Ambiente e aos titulares dos cargos integrantes do Plano Especial de Cargos do Ministério do Meio Ambiente e do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA - PECMA, de que trata a Lei no 11.357, de 19 de outubro de 2006, integrantes dos Quadros de Pessoal do Ibama e do Instituto Chico Mendes, nas condições que menciona; altera a Lei no 10.410, de 11 de janeiro de 2002, que cria e disciplina a Carreira de Especialista em Meio Ambiente, e a Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/lei/L12856.htm> Acesso em: 12 jun. 2017.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. 292 p.

BRASIL. Decreto nº 6.514, de 22 de julho de 2008. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6514.htm> Acesso em: 10 ago. 2017.

BRASIL. Decreto no 77.775, de 8 de junho de 1976. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/Antigos/D77775.htm> Acesso em: 10 ago. 2017.

BRASIL. Lei nº 11.516, de 28 de agosto de 2007. Dispõe sobre a criação do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - Instituto Chico Mendes; altera as Leis nos 7.735, de 22 de fevereiro de 1989, 11.284, de 2 de março de 2006, 9.985, de 18 de julho de 2000, 10.410, de 11 de janeiro de 2002, 11.156, de 29 de julho de 2005, 11.357, de 19 de outubro de 2006, e 7.957, de 20 de dezembro de 1989; revoga dispositivos da Lei no 8.028, de 12 de abril de 1990, e da Medida Provisória no 2.216-37, de 31 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11516.htm> Acesso em: 12 jun. 2017.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651compilado.htm> Acesso em: 12 jun. 2017.

BRASIL. Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. In: Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 02 set. 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm>. Acesso em: 09 jun. 2017.

BRASIL. Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. 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. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7802.htm> Acesso em: 01 out. 2017

BRASIL. Lei nº 7.804, de 18 de julho de 1989. Altera a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, a Lei nº 7.735, de 22 de fevereiro de 1989, a Lei nº 6.803, de 2 de

julho de 1980, e dá outras providências. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7804.htm>. Acesso em: 09 jun. 2017.

BRASIL. Lei nº 8.028, de 12 de abril de 1990. Dispõe sobre a organização da Presidência da República e dos Ministérios, e dá outras providências. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8028.htm> Acesso em: 09 jun. 2017.

BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9605.htm> Acesso em: 12 jun. 2017.

CHIANEZI, M. Agricultor é multado em R\$ 4 mil por armazenagem ilegal de agrotóxicos. Multas por crime ambiental em fazendas somam R\$ 17 milhões. 23 jun. 2016. Correio do Estado. Disponível em: <<http://www.correiodoestado.com.br/cidades/agricultor-e-multado-em-r-4-mil-por-armazenagem-ilegal-de-agrotoxicos/280709/>> Acesso em 05 de set. 2017.

DIÁRIO DO GRANDE ABC. Agricultor pode pegar 5 anos de prisão por raspar árvores. Diário do Grande ABC, 22 de jun. 2000. Disponível em: <<http://www.dgabc.com.br/Noticia/268333/agricultor-pode-pegar-5-anos-de-prisao-por-raspar-arvores>>. **Diário do Grande ABC**. Acesso em 10 de set. 2017.

DOURADOS NEWS. Agricultor é multado por destruir matas ciliares de córrego e por erosões. Dourados News, 16 Fevereiro 2017. Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.douradosnews.com.br/policia/agricultor-e-multado-por-destruir-matas-ciliares-de-corrego-e-por-eros/970463/>> Acesso em 07 de ago. 2017.

FERNANDES, A.. Agricultores são multados em R\$ 20 mil por manterem gado em nascentes. Campo Grande News, Campo Grande, 13/09/2016. Disponível em: <<https://www.campograndenews.com.br/meio-ambiente/agricultores-sao-multados-em-rs-20-mil-por-manterem-gado-em-nascentes/>>. Acesso em 05 de ago. 2017.

G1 MS. Produtor rural de MS é multado em R\$ 500 mil por uso de agrotóxico ilegal. Na propriedade, foram apreendidos produto contrabandeado e trator. Responsável também vai responder por sonegação fiscal e contrabando. Globo.com, Mato Grosso do Sul, 16/05/2016. Disponível em: <<http://g1.globo.com/mato-grosso-do-sul/noticia/2016/05/produtor-rural-de-ms-e-multado-em-r-500-mil-por-uso-de-agrotoxico-ilegal.html>>. Acesso em 07 de ago. 2017.

G1 TO. MPE denuncia técnicos do Naturatins e fazendeiros por desmatamento. Globo.com, Tocantins, 06/12/2016. Disponível em <<http://g1.globo.com/to/tocantins/noticia/2016/12/mpe-denuncia-tecnicos-do-naturatins-e-fazendeiros-por-crime-ambiental.html>>. Acesso em 18 set. 2017.

GAZETA DO POVO. Dois agricultores serão multados por contaminação do rio que abastece araponga. Gazeta do Povo, 16/09/2008. Crime Ambiental. Disponível em <<http://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/dois-agricultores-serao-multados-por-contaminacao-do-rio-que-abastece-arapongas-b6h0bjr91n3ti5rh4w36hbk26>>. Acesso em 07 de ago. 2017.

GIRLENO A.. Agricultor multado por fogo no Parque Estadual de Grão Mogol. Hoje em Dia, 11/10/2012. Disponível em: <<http://hojeemdia.com.br/horizontes/agricultor-multado-por-fogo-no-parque-estadual-de-gr%C3%A3o-mogol-1.49572>>. Acesso em 19 de set.. 2017.

JUSTIÇA FEDERAL TRF4. Agricultor que criava javalis irregularmente é condenado a prestar serviços ambientais. Agricultor paranaense é preso por cortar araucárias centenárias. Justiça

Federal. Tribunal Regional Federal da 4ª Região, 24/02/2017. Disponível em: <https://www2.trf4.jus.br/trf4/controlador.php?acao=noticia_visualizar&id_noticia=12624>. Acesso em 19 de set.. 2017.

KUBASKI, D. MP-PR denuncia 8 policiais e 3 servidores do IAP por crimes ambientais. Os policiais ambientais e os funcionários públicos, além de seis madeireiras do estado, são acusados de terem facilitado o transporte ilegal de madeira no Paraná. Gazeta do Povo, 14/10/2014. Disponível em <<http://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/mp-pr-denuncia-8-policiais-e-3-servidores-do-iap-por-crimes-ambientais-eex11rf4zup5xx4cbmaxmf8lq>> Acesso em 19 de set. 2017>.

LEMES, T. Agricultor é multado em R\$ 10 mil por criar gado degradando nascentes em Inocência. Midiamax, 26/05/2015. O proprietário rural. Disponível em: <<http://www.midiamax.com.br/policia/260099-agricultor-multado-r-10-mil-gado-degradando-nascentes-inocencia.html>>. Acesso em 10 de ago. 2017.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DO PARANÁ, Por dano ambiental, MPPR denuncia engenheiro agrônomo. Jusbrasil. Ministério Público do Paraná, Campo Mourão, 31/05/2017. Disponível em: <<https://mp-pr.jusbrasil.com.br/noticias/464476713/31-05-campo-mourao-por-dano-ambiental-mppr-denuncia-engenheiro-agronomo>>. Acesso em 19 de set.. 2017.

PARANÁ. Decreto nº 6.120/1985, de 13/08/1985. Disponível em <http://www.prosolo.pr.gov.br/arquivos/File/legislacao/dec_est_6120_1985.pdf>. Acesso em: 01 out. 2017.

SALERA JÚNIOR, G. Fiscalização Ambiental (2ª parte). Disponível em: <<http://www.recantodasletras.com.br/artigos/2056593>> Acesso em 07 de ago. 2017.

VILALBA, J. G. Agricultor é multado em R\$ 10 mil por exploração ilegal de madeira. Foram apreendidos 20 palanques, tábuas e postes de espécie em extinção. Correio do Estado, 18 jul. 2016. Disponível em: <<http://www.edicaoms.com.br/policia/agricultor-e-multado-em-r-10-mil-por-exploracao-ilegal-de-madeira><<http://www.correiodoestado.com.br/cidades/agricultor-recebe-multa-de-r-10-mil-por-exploracao-ilegal-de-madeira/282514/>> >. Acesso em 10 de ago. 2017.

ZANQUETTI, C. Agricultor do Paraná é multado por crime ambiental. Polícia Ambiental Força Verde multa agricultor por disposição inadequada de embalagens de agrotóxico, 04/12/2006. Agrolink. Agronegócio. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/noticias/agricultor-do-pr-e-multado-por-crime-ambiental_48700.html>. <Publicado em 04/12/2006>, < às 14:32h. <Acesso em 12 de set. 2017>.

Referências Consultadas

<https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/direito/resumo-descritivo-da-politica-nacional-de-meio-ambiente-lei-6938-1981/23871>

<http://www.ambientelegal.com.br/25-anos-a-lei-que-implantou-nossa-politica-ambiental-attinge-a-maturidade/>

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm

http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/770

<http://www.portalresiduossolidos.com/sisnama-sistema-nacional-meio-ambiente-brasil/>

http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=5916

<http://www.celeres.com.br/instrumentos-legais-de-protecao-ambiental-em-propriedades-rurais/>

Rodrigues. M. M. Política Nacional do Meio Ambiente e a eficácia de seus instrumentos. http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=7500.

Legislação Ambiental Comentada. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAlckAH/legislacao-ambiental-comentada>>. Acesso em: 01 out. 2017.

O que é uma Área de Preservação Permanente. Disponível em <<http://www.oeco.org.br/dicionario-ambiental/27468-o-que-e-uma-area-de-preservacao-permanente/>>. Acesso em: 06 set. 2017.

Capítulo 5

Contaminantes em alimentos de origem animal: leite e carne de bovinos

Daniele Cristina Silva-Kazama^{1*}

Ricardo Kazama²

¹Zootecnista, professora do Departamento de Zootecnia e Desenvolvimento Rural (ZOT) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) – Florianópolis/SC, E-mail: daniele.kazama@ufsc.br. *Autor para correspondência

²Zootecnista, Professor do Departamento de Zootecnia e Desenvolvimento Rural (ZOT) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) – Florianópolis/SC. E-mail: rkazama@cca.ufsc.br

Introdução

A qualidade dos alimentos não diz respeito apenas aos teores de nutrientes, mas também da ausência de contaminantes, químicos ou biológicos. No entanto, outras vias de contaminação são possíveis. Segundo Silva e Fagnani (2015), a contaminação do leite, por exemplo, se dá por quatro fontes principais: 1) contaminação por meio da ingestão de alimentos e da água fornecida aos animais; 2) aplicação de medicamentos nos animais em produção em desacordo com o período de carência; 3) adição fraudulenta ao leite e, 4) contaminação ambiental, como praguicidas aplicados em pastagens.

Os medicamentos veterinários, para serem aprovados, são testados com o objetivo de verificar o período de carência necessário para não apresentar resíduos ou ultrapassar os limites permitidos em produtos de origem animal. Esse período de carência pode variar de acordo com o tipo da droga, a dosagem, a via de administração e a espécie animal, o qual considera o tempo necessário para que 99% dos animais em uma população tratada estejam livres de resíduos acima do limite permitido (DOYLE, 2006). Portanto, qualquer manejo na administração de um medicamento que não respeite esses pressupostos, pode resultar na presença de indesejáveis resíduos.

Segundo Biswas et al. (2010), alguns fatores podem contribuir com o problema da presença de resíduos de medicamentos veterinários em alimentos, como: falha no registro de

tratamentos ou identificação de animais, administração de drogas de maneira diferente da recomendação do fabricante e a não observação ao período de carência.

Estes resíduos, estando presentes no leite ou na carne, podem trazer prejuízos à saúde de quem os consome. Portanto o monitoramento é essencial para detectar e/ou verificar os limites máximos de determinados compostos químicos que afetariam negativamente a saúde dos consumidores. Não é de hoje que sabemos que nosso país enfrenta inúmeras dificuldades em disponibilizar atendimento médico à população, seja por falta de profissional efetivo ou de infraestrutura, devido ao orçamento público insuficiente para atender a demanda brasileira. Desta forma, prevenir os malefícios à saúde da população seria uma grande estratégia para uma nação, na qual alimentos isentos de contaminantes seria uma das formas de manter a integridade da vida.

Riscos para a saúde

Os resíduos de medicamentos veterinários causam uma série de possíveis efeitos adversos à saúde humana (CASELANI, 2014). Segundo Doyle (2006) os efeitos podem ser: reações tóxicas/alérgicas; efeitos tóxicos crônicos por exposição prolongada a níveis baixos de antibióticos; desenvolvimento de bactérias resistentes em animais sob tratamento, causando infecções humanas de difícil resolução e perturbações da microbiota intestinal. Ainda, segundo Botsoglou e Fletouris (2001 apud CASELANI, 2014) os resíduos podem apresentar também efeitos mutagênicos ou carcinogênicos e ainda efeitos teratogênicos a longo prazo.

Brito e Langue (2000 apud FERREIRA et al., 2012) relatam que “os processos de pasteurização, fervura e esterilização do leite, por exemplo, não eliminam resíduos de medicamentos”.

O Dossiê ABRASCO (Associação Brasileira de Saúde Coletiva) de 2015 relata que os efeitos causados pela ingestão de determinados resíduos podem ser agudos ou crônicos, e, esses últimos podem ocorrer em meses, anos ou décadas após a exposição (CARNEIRO et al., 2015). Neste documento, uma série de estudos quanto ao efeito nocivo de resíduos à saúde são relacionados. Na classe dos piretróides, por exemplo, a cipermetrina é tóxica para embriões de ratos e promotor de tumores em camundongos, causa mortes neonatais e congênitas em humanos e aberrações cromossômicas. Os organofosforados, apesar de não monitorados nos programas vigentes, causam alterações histopatológicas de testículos e diminuição da contagem de espermatozoides e da fertilidade em ratos.

O National Research Council e o Institute of Medicine dos Estados Unidos têm mencionado uma relação entre o uso de antibióticos em animais e o desenvolvimento de resistência bacteriana em humanos à essas drogas (BISWAS et al., 2010).

Segundo Paige et al. (1997 apud BISWAS et al., 2010) os resíduos de antimicrobianos como tetraciclina, sulfonamidas, aminoglicosídeos e beta-lactâmicos nos produtos de origem animal provenientes do uso excessivo podem causar reações alérgicas em indivíduos sensíveis, mas a utilização destes medicamentos em doses terapêuticas ou ainda sub-terapêuticas podem levar a perturbações da microflora intestinal humana.

Considerando o risco à saúde pública da presença de resíduos, novamente salientamos que o monitoramento e o incentivo às boas práticas para a isenção destes nos alimentos é essencial para a população.

Programas de monitoramento

O uso de medicamentos veterinários é realmente indiscutível, ou seja, há a necessidade de utilização em algum momento da vida ou da fase de produção do animal. Contudo, a facilidade proporcionada pelo uso de medicamentos durante a produção de produtos de origem animal não deve superar o compromisso de originar um alimento seguro. Em outras palavras, o incremento produtivo acarretado pela utilização de determinadas substâncias não deve sobressair em relação à saúde dos consumidores. Caselani (2014) afirma que o investimento em pesquisa pelo governo Brasileiro e da indústria farmacêutica deve firmar-se em um compromisso com a sociedade, aliando produtividade e saúde pública. Neste contexto, investimento em pesquisa poderia ser direcionado a formas de tratamentos com medicamentos alternativos, homeopatia e fitoterapia, por exemplo, que não acarretassem na presença de resíduos prejudiciais à saúde.

Considerando a importância de utilizar medicamentos, bem como de conhecer a presença de resíduos em produtos de origem animal, dois programas de monitoramento estão atuantes no Brasil. Um deles é o PNCRC - **Plano Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes**, criado em 1999 pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA, que, oficialmente verifica a presença e níveis adequados de resíduos de substâncias químicas potencialmente nocivas à saúde do consumidor em produtos de origem animal. Anualmente o PNCRC publica uma portaria determinando o número de amostras a serem analisadas e os limites permitidos de resíduos seguindo uma distribuição do CODEX *alimentarius*, e também, publica uma portaria com os resultados deste monitoramento. No entanto, o referido programa de monitoramento realiza, somente, análises em produtos de estabelecimentos com cadastro SIF, ou seja, em estabelecimentos que estão sob o Serviço de Inspeção Federal. Produtos de origem animal fiscalizados pelos estados ou municípios (SIE e SIM) não são monitorados pelo referido programa, sendo que estes representam grande parte das unidades de processamento animal no Brasil.

O PNCRC em carnes contempla a verificação da presença de resíduos de sedativos, anticoccidianos, contaminantes inorgânicos, anabolizantes, betagonistas, anti-inflamatórios, organoclorados, organofosforados, pirazóis, neonicotinóides, carbamatos e benzimidazóis. Além disso, tanto na carne quanto no leite verifica-se a presença de antimicrobianos, antiparasitários, micotoxinas, dioxinas, furanos e piretróides.

Outro programa de monitoramento atuante é o PAMVet - **Programa Nacional de Análise de Resíduos de Medicamentos Veterinários em Alimentos Expostos ao Consumo** criado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA em 2003, o qual objetiva operacionalizar sua competência legal em fiscalizar e controlar resíduos de medicamentos veterinários em alimentos.

O PAMVet iniciou o monitoramento com amostras de leite UHT e em pó nas capitais das regiões sudeste e sul do Brasil. No interstício 2004 - 2005 incluiu também a região centro-oeste. Nos anos de 2006 e 2007 o monitoramento ocorreu nas regiões Norte, Nordeste, Sudeste, Centro-Oeste e Sul do Brasil, nas capitais dos estados da BA, ES, GO, MG, MS, PA, PR, RJ, RO, RS, SC e SP. Até o momento não tivemos acesso a nenhum outro relatório mais recente do PAMVet e, em contato com a central de atendimento da ANVISA, nos foi informado que não há relatório mais recente do que o de 2006 e 2007 publicado em 2009.

Resultados de monitoramento e pesquisa

Apresentamos a seguir os resultados dos últimos relatórios publicados do PNCRC e PAMVet para o leite de vaca. Novamente salientamos que o monitoramento do PNCRC é apenas realizado em estabelecimentos sob Inspeção Federal, o qual está apresentado na Tabela 5.1.

Os dados referem-se ao monitoramento realizado em 2014 e publicado em abril de 2015 (BRASIL, 2015a). No grupo de antimicrobianos foram analisadas 309 e 198 amostras para os grupos 1 e 2, respectivamente. Destes, no grupo de antimicrobianos 1 a amostra não conforme foi positiva para cloxacilina, sendo o limite de referência $30 \mu\text{g L}^{-1}$ e o valor encontrado de $63,20 \mu\text{g L}^{-1}$. O outro antimicrobiano do grupo 2 foi o florfenicol, sendo o limite de referência $10 \mu\text{g L}^{-1}$ e o valor encontrado de $19,79 \mu\text{g L}^{-1}$. Nenhuma amostra analisada estava acima do limite de referência para antimicrobianos e piretróides. Porém, trata-se de um universo muito limitado de amostras.

Tabela 5.1 Grupo de análise, número de análises realizadas e não conformes, percentual de amostras conformes e não conformes de leite analisadas pelo PNCRC em 2015.

Grupo de análise	Análises realizadas (n)	Análises não conformes (n)	Amostras não conformes (%)	Amostras conformes (%)
Antimicrobianos ¹	309	01	0,32%	99,68%
Antimicrobianos ²	198	01	0,51%	99,49%
Antiparasitários ³	217	00	0,00%	100,00%
Antiparasitários ⁴	23	00	0,00%	100,00%
Piretróides ⁵	65	00	0,00%	100,00%

¹amoxicilina, dicloxacilina, ceftiofur, sulfametoxazol, sulfadiazina, sulfaquinoxalina, sulfatiazol, sulfadimetoxina, sulfaclopiridazina, ácido oxolinico, penicilina G, cloxacilina, difloxacino, sulfamerazina, sulfadoxina, flumequina, ácido nalidixico, sarafloxacina, ciprofloxacina, emrofloxacina, ampicilina, penicilina V, doxiciclina, clortetraciclina, tetraciclina, oxitetraciclina, oxaciclina (oxacilina); ²Florfenicol, Cloranfenicol; ³Eprinomectina, ivermectina, moxidectina, doramectina, abamectina; ⁴trimetropim, albendazol; ⁵cipermetrina, permetrina, deltametrina.

Fonte: Brasil (2015a).

Na instrução normativa de julho de 2015 (BRASIL, 2015b) da Secretaria de Defesa Agropecuária que divulga o número de amostras a serem analisadas em 2015, a quantidade de amostras para antimicrobianos é de 931, três vezes o número analisado em 2014. Os piretróides que no ano de 2014 foram 3 moléculas monitoradas, em 2015 passou para 7 moléculas. Dioxinas e furanos foram incluídos no monitoramento de 2015, os quais não estavam presentes no monitoramento de 2014.

Outra molécula da classe de antimicrobianos listada no CODEX *Alimentarius* (CODEX, 2015), porém não monitorada pelo PNCRC é a Monensina, sendo os limites de referência de 2 µg kg⁻¹ de leite e 10 µg kg⁻¹ de carne.

Uma observação importante a se fazer é com relação aos riscos à saúde mencionados no início deste texto. Algumas substâncias, mesmo estando dentro dos limites de referência podem trazer problemas à saúde. No relatório do PNCRC são listadas apenas as amostras não conformes, mas o percentual das amostras conformes que apresentaram detecção de resíduos, em qualquer quantidade, não é mencionado.

O PAMVet, diferente do PNCRC faz essa menção. No seu último relatório disponível para consulta (ANVISA, 2009), publicado em 2009 e referente ao monitoramento dos anos de 2006/2007 (Tabela 5.2), 475 amostras de leite UHT e 140 amostras de leite em pó foram analisadas, as quais foram coletadas em estabelecimentos comerciais das capitais dos estados de BA, ES, GO, MG, MS, PA, PR, RJ, RO, RS, SC e SP. Nos estados de MG, RJ, RS e PR alguns municípios foram incluídos além das capitais.

Nesse relatório encontra-se resultados de detecção no leite para cloranfenicol, o qual segundo Silva e Fagnani (2015) tem uso proibido no Brasil e em diversos outros países por

possuir alta toxicidade em mamíferos, apresentando efeitos supressores na medula óssea. Mas, ainda assim verifica-se a presença do mesmo em uma número alarmante de amostras do relatório PAMVet 2006/07: 4,09% das amostras de leite UHT apresentaram esse resíduo e, em uma porcentagem muito maior, 30,94% das amostras de leite em pó.

Tabela 5.2 Grupo de análise, molécula, porcentagem de amostras positivas para leite UHT e em pó e quantidade de amostras acima do LMR* dos resultados do PAMVet nos anos de 2006 e 2007.

Grupo de análise	Molécula	UHT	Leite em pó	Acima do LMR*
Antimicrobianos	β -lactâmicos	0,64% (3 em 467)	2,14% (3 em 140)	nenhuma
	Tetraciclina	1,71 % (8 em 467)	15,8% (22 em 139)	nenhuma
	Cloranfenicol	4,09% (19 em 464)	30,94% (43 em 139)	Todas acima
	Neomicina	2,61% (12 em 460)	4,32% (6 em 139)	nenhuma
	Estreptomicina e diidroestreptomicina	3,66% (17 em 464)	3,60% (5 em 139)	nenhuma
Antiparasitários	Abamectina	2,8% (13 em 465)	7,25% (10 em 138)	nenhuma
	Doramectina	4,09% (19 em 465)	27,5% (38 em 138)	1 UHT 8 Leite em pó
	Ivermectina	41,3% (192 em 465)	52,2% (72 em 138)	nenhuma

*Limite máximo de resíduo
Fonte: ANVISA (2009).

À exceção do cloranfenicol, nenhum outro antimicrobiano analisado pelo PAMVet apresentou valores acima do limite de referência, mas ainda assim foram detectados em amostras, na maioria das vezes em uma porcentagem bem maior para leite em pó do que leite UHT. Para os antiparasitários, a doramectina foi detectada em 19 amostras de leite UHT e em 38 de leite em pó, e destas, uma amostra de leite UHT e 8 de leite em pó estavam acima do limite de referência.

Nota-se ainda, uma porcentagem muito grande de amostras positivas para ivermectina (41,3% de leite UHT e 52,2% de leite em pó), apesar de nenhuma estar acima do LMR.

Vieira et al. (2012) analisaram resíduos de antibióticos em 79 amostras de leite pasteurizado do tipo B de diferentes fabricantes adquiridos em estabelecimentos comerciais do Estado do Paraná. A detecção de resíduos de estreptomicina, cloranfenicol, β -lactâmicos, tetraciclina e gentamicina foi realizada utilizando kits comerciais de ensaio imunoenzimático. Foram detectados resíduos de antibióticos em 15/79 (19%), das quais 6/15 (40%) estavam contaminadas por cloranfenicol, 3/15 (20%) por tetraciclina, 1/15 (6,7%) por gentamicina,

3/15 (20%) por estreptomicina e 2/15 (13.3%) por β -lactâmicos e três amostras estavam contaminadas por dois tipos de resíduo simultaneamente. Novamente cloranfenicol aparece em um número considerável de amostras.

Nenhum dos programas de monitoramento (PNCRC e PAMVet) analisa organofosforados e carbamatos, substâncias que também podem estar presentes no leite. Nero et al. (2007) avaliou a presença de resíduos de organofosforados e carbamatos em 209 amostras de leite cru de propriedades leiteiras dos estados de SP, MG, PR e RS. A presença de ao menos um dos compostos foi detectada em 93,8% das amostras. Ramos (2011) coletou leite cru em 25 unidades de produção de leite nos municípios de Maringá, Arapoti e Marechal Cândido Rondon no PR. Os resultados apresentados mostraram que 46,97% das amostras foram positivas para organofosforados e 24,2% para carbamatos. O autor relatou que organofosforados também estavam presentes na água destas unidades, o que foi atribuído ao uso de inseticidas e dessecantes nas lavouras.

A inclusão desses grupos de moléculas é desejável tanto no PNCRC quanto no PAMVet, já que os mesmos trazem riscos consideráveis à saúde (JOSHI et al., 2007 apud CARNEIRO et al., 2015).

Ferreira et al. (2012) em revisão sobre a ocorrência de resíduos de medicamentos veterinários em leite no Brasil fizeram uma pesquisa bibliográfica selecionando artigos publicados a partir do ano 2000. Eles encontraram 35 publicações, das quais 34 apresentavam dados sobre resíduos de antimicrobianos e 10 sobre a ocorrência de antiparasitários. Os autores relataram que nas classes dos antimicrobianos, os beta-lactâmicos e as tetraciclina foram os responsáveis pela maior incidência de amostras acima do limite de detecção dos métodos. Quanto aos antiparasitários, 5 das 10 referências apresentaram resultados acima do LMR. Os autores atribuem isso ao descumprimento de boas práticas veterinárias e de fabricação pelos produtores de leite e indústrias, respectivamente. Ainda, 4 publicações de 9 que monitoraram anfenicóis apresentaram ocorrência de cloranfenicol e florfenicol.

Quanto ao relatório do PNCRC de tecidos analisados de bovinos abatidos fiscalizados pela inspeção federal, não remete à uma grande preocupação. Nessas amostras, os resultados das análises de resíduos de organoclorados, sedativos, anticoccidianos, antiinflamatórios esteroidais, antimicrobianos, betagonistas e substâncias de ação anabolizante encontram-se integralmente em conformidade com a legislação vigente.

Os resíduos inorgânicos, antiparasitários e resultados de análises multiensaio encontram-se com baixa detecção de amostras não conformes com a legislação vigente, correspondendo a 1,64; 2,38 e 1,54% do total de amostras analisadas, respectivamente (Tabela 5.3).

Tabela 5.3 Grupo de análise, número de análises realizadas e não conformes, percentual de amostras conformes e não conformes de bovinos analisadas pelo PNCRC em 2015.

Grupo de análise (contaminantes)	Analitos	Tecido	Amostras		
			n	n	%
Inorgânicos ¹	Cádmio	Rim	305	05	1,64%
	Abamectina	Fígado	505	02	0,40%
Antiparasitários ²	Doramectina	Fígado	505	02	0,40%
	Ivermectina	Fígado	505	12	2,38%
Multiensaio ³	Fipronil	Músculo	65	01	1,54%

Analitos investigados nos respectivos tecidos mostrados na Tabela: ¹As, Pb e Cd; ²abamectina, doramectina, moxidectina, ivermectina e eprinomectina; ³fipronil, azinfós metil, clorpirifós metil, clorfenvinfós (*cis/trans*), azinfós etil, diclorvós, fentiona, diazinon, fenitrotiona, etion, acefato, malation, pirimifós etil, deltametrina, fenvalerato, cipermetrina, tiabendazol, imidacloprido, aldicarb, paration etil, metidation, triclorfom, carbofuran, metomil, tiametoxan, λ -cialotrina, ciflutrina, permetrina e metamidofós.

Fonte: Brasil (2015a).

O cádmio é um metal pesado que apresenta riscos a saúde humana, apresenta efeito cumulativo no organismo, principalmente nos rins, fígado e pulmões, e, sua principal via de contaminação é aérea e por meio de ingestão (UNDERWOOD; SUTTLE, 1999). As rochas fosfatadas são as maiores fontes de contaminação com cádmio em solos agrícolas, o qual também é utilizado em misturas minerais para bovinos e, de acordo com Alkmim Filho (2011), dentre os metais, o cádmio foi destaque em todas as regiões do Brasil, e, verificou tendência de aumento desse metal em amostras de tecidos de bovinos e suínos, com ênfase na Região Sul do Brasil.

Diante disso, torna-se necessário controlar a produção e comércio de misturas minerais para animais de produção com níveis de cádmio acima do permitido, o qual vem sendo demonstrado em alguns estudos como grande preocupação (MARÇAL et al., 2004; BUTURE; MARÇAL, 2005; GONÇALVES et al., 2009).

Amostras de fígado com resíduo de ivermectina correspondeu a 85,7% do total de amostras não conformes com resíduos de antiparasitários (Tabela 5.3). Esses resíduos apresentam riscos à alimentação humana, causando efeitos negativos ao sistema nervoso central. São largamente utilizadas na pecuária, encontradas em baixas quantidades no músculo e rins e altas quantidades no fígado e gordura corporal do bovino por longos períodos após administração, diante disso, é extremamente importante adotar boas práticas

agropecuárias com eficaz controle sanitário do rebanho para que seja respeitado o período de carência para o abate do animal (DINIZ, 2015).

A detecção de resíduos de antiparasitários é um entrave para a exportação de carne bovina, como pode ser observado em alguns recortes de manchetes (Figura 5.1)



Figura 5.1 Manchetes nos canais de comunicação brasileiros relacionadas a detecção de resíduos antiparasitários na carne bovina no período de 2011 a 2015.

Destaca-se dessa maneira o prejuízo financeiro e moral do país diante dos mercados consumidores internacionais, no entanto, a grande preocupação deveria recair também diante do mercado interno, já que produtos embargados com limite mínimo de resíduo estariam sendo destinados para onde? A conscientização dos pecuaristas, bem como de indústrias de medicamentos veterinários para a correta utilização de antiparasitários seria a chave do negócio, para que os investimentos no campo sejam eficientemente empregados.

O perdão do mercado americano em ampliar o limite de resíduos de ivermectina não é uma vitória eterna, acredita-se que seja temporário, para que o país organize o setor, objetivando sanar a incompatibilidade ao programa de monitoramento, já que os danos causados à saúde do consumidor são irreversíveis.

Considerações finais

A presença de resíduos em alimentos é uma realidade antagônica a saúde da população. Apesar de recentes, a criação dos programas de monitoramento de resíduos em produtos de origem animal marca uma fase de avanço para a segurança dos alimentos. Como dito anteriormente, o uso de medicamentos veterinários tem sua importância para a produção animal, mas obedecer às recomendações técnicas de segurança é pressuposto essencial para se atingir a segurança que se busca. Alguns estudos têm demonstrado que mesmo dentro do limite permitido, os resíduos podem trazer transtornos à saúde em longo prazo. O

desafio é então utilizar essas drogas da maneira mais correta sem contaminação do alimento. Mas essa segurança ainda depende de uma fiscalização periódica e profunda aliada à conscientização dos envolvidos com o sistema de produção. Não à toa a sociedade está cada vez mais valorizando e buscando alimentos mais seguros, como os orgânicos, por exemplo. A tendência é o crescimento desse mercado. Resta à cadeia de produção convencional se conscientizar e adotar programas de manejo que evite a presença de resíduos em alimentos.

Referências

- ANVISA - Agência Nacional De Vigilância Sanitária, Relatório PAMVet, 2009. **Programa de Análise de Resíduos de Medicamentos Veterinários em Alimentos de Origem Animal – PAMVet. Relatório 2006-2007 - Monitoramento de Resíduos em Leite Exposto ao Consumo.** Disponível em: <www.anvisa.gov.br> Acesso em junho de 2016.
- ALKMIM FILHO, J. F. **Ocorrência de arsênio, cádmio e chumbo em tecidos de aves, suínos, bovinos de corte e equinos no Brasil.** 2011. 146 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.
- BISWAS, A. K.; KONDAIAH, N.; ANJANEYULU, A. S. R. et al. Food safety concerns of pesticides, veterinary drug residues and mycotoxins in meat and meat products. **Asian Journal of Animal Sciences**, v. 4 n. 2, p. 46-55, 2010.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Portaria No. 22, de 07 de abril de 2015. **Plano Nacional de Controle de Resíduos em produtos de origem animal.** 2015. Diário Oficial da União de 10 de abril de 2015a. Brasília (Brasil).
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa No. 13, de 15 de julho de 2015. **Plano Nacional de Controle de Resíduos em produtos de origem animal.** 2015. Diário Oficial da União de 20 de julho de 2015b. Brasília (Brasil).
- BUTURE, I. O.; MARÇAL, W. S. Teores de chumbo e cádmio em suplementos minerais para bovinos comercializados no estado do Paraná. **Archives of Veterinary Science**, v. 10, n. 1, p. 51-56, 2005.
- CARNEIRO, F. F.; AUGUSTO, L. G. S; RIGOTTO, R. M. et al. **Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde.** Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular, 2015. 624p.
- CASELANI, K. Resíduos de medicamentos veterinários em alimentos de origem animal. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da Unipar**, v. 17, n. 3, p. 187-195, jul./set. 2014.
- CODEX ALIMENTARIUS. 2015. **Maximum Residue Limits (MRLS) and Risk Management Recommendations (RMRS) for Residues of Veterinary Drugs in Foods. Cac/Mrl 2-2015.** Disponível em: <<http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/standards/vetdrugs/en/>> Acesso em junho de 2016.
- DINIZ, S. A. **Avaliação de risco à presença de resíduos de avermectinas na carne bovina sob Inspeção Federal associada às práticas de produção pecuária no Brasil entre 2002-2013.** 2015. 81 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.
- DOYLE, M. E. **Veterinary drug residues in processed meats - potential health risk: A review of the scientific literature.** Food Research Institute, University of Wisconsin - Madison, 2006. Disponível em: <http://fri.wisc.edu/docs/pdf/FRIBrief_VetDrgRes.pdf>. Acesso em junho de 2016.

FERREIRA, R. G.; SPISSO, B. F.; HORA, I. M. C da; MONTEIRO, M. A.; PEREIRA, M. U.; COSTA, R. P. da; CARLOS, B. S. Panorama da ocorrência de resíduos de medicamentos veterinários em leite no Brasil. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 19, n. 2, p. 30-49, 2012.

GONÇALVES, R. M.; GONÇALVES, J. R.; GONÇALVES, R. M., et al. Avaliação físico-química e conteúdo de metais pesados em carne mecanicamente separada (CMS) de frango e de bovino produzidas no estado de Goiás. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 2, p. 553-559, 2009.

MARÇAL, W. S.; BUTURE, I. O.; CARVALHO, M. C., et al. Níveis de chumbo e cádmio em suplementos minerais para bovinos comercializados em Londrina. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 25, n. 4, p. 359-364, 2004.

NERO, L. A.; MATTOS, M. R.; BELOTI, V., et al. Resíduos de antibióticos em leite cru de quatro regiões leiteiras no Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 2, p. 391-393, 2007.

RAMOS, C. E. C. O. **Contaminação por micotoxinas, resíduos de organofosforados e carbamatos: influência na qualidade do leite**. 2011. 91 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2011.

SILVA, L. C. C.; FAGNANI, R. Resíduos químicos no leite. In: BELOTI, V. (org.) **Leite: obtenção, inspeção e qualidade**. Londrina: Editora Planta, 2015. p.307-373.

UNDERWOOD, E. J.; SUTTLE, N. F. **The mineral nutrition of livestock**. 3. Ed New York: CAB International. 1999, 614 p.

VIEIRA, T. S. W. J.; RIBEIRO, M. R.; NUNES, M. P., et al. Detecção de resíduos de antibióticos em amostras de leite pasteurizado do Estado do Paraná, Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 2, p. 791-796, 2012.

Capítulo 6

Segurança Alimentar e Nutricional (SAN): direito de todos e dever de cada um

Jaciara Reis Nogueira Garcia ¹

Irene Carniatto ²

¹Nutricionista, Responsável Técnica da Prefeitura Municipal de Marechal Cândido Rondon, Docente do Curso de Nutrição do Centro Universitário Assis Gurgacz, Presidente da Associação de Nutrição do Oeste do Paraná – ANUOP. E-mail: jaciaraeis@hotmail.com

² Docente, Universidade Estadual do Oeste do Paraná Campus de Cascavel-PR, Docente do Programa de Pós-graduação Mestrado e Doutorado em Desenvolvimento Rural Sustentável da Unioeste - Campus de Marechal Cândido Rondon-PR. E-mail: irenecarniatto@gmail.com

A vitória contra a fome constitui um desafio à atual geração (CASTRO, 1952).

Introdução

Em virtude da crescente incidência das doenças associadas a alimentação, principalmente das doenças crônico-degenerativas e da obesidade em todas as faixas etárias, é fundamental a implementação e o fortalecimento das ações e políticas direcionadas à garantia da alimentação adequada e saudável.

Há necessidade de uma transformação efetiva dos sistemas de produção e consumo de alimentos. Da implementação de novos paradigmas de alimentação e nutrição voltados para a valorização dos saberes ancestrais, estabelecimento dos modos de produção que respeitam o meio ambiente e para a promoção de uma vida digna, tanto para quem produz, quanto para quem consome. Um sistema alimentar que relacione as dimensões biológicas, políticas, sociais e ambientais.

É importante destacar o papel da alimentação como um direito humano fundamental, inalienável, que garante a vida e o direito de cada indivíduo exercer sua cidadania. Portanto, garantir uma alimentação adequada e saudável é uma questão de saúde e cidadania. Quem

não tem cidadania, está marginalizado ou excluído da vida social e da tomada de decisões, ficando numa posição de inferioridade dentro do grupo social. Ser cidadão, é ter a possibilidade de participar ativamente da vida e do governo de seu povo.

Nesse contexto, para garantia da alimentação adequada e saudável, deve-se promover a Segurança Alimentar e Nutricional (SAN), que é o direito de todo cidadão e cidadã sentir-se protegido contra a fome e a desnutrição, contra as doenças associadas a alimentação e com a garantia de que nenhuma circunstância social, cultural ou ambiental colocarão em risco o acesso ao alimento adequado (LEÃO; MALUF, 2012).

No Brasil, a garantia da Segurança Alimentar e Nutricional para todos é um dever do Estado e responsabilidade da sociedade. Portanto, em conformidade com a Lei nº 11346 de 2006, a SAN é:

A realização do direito de todos ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais, tendo como base práticas alimentares promotoras da saúde que respeitem a diversidade cultural e que sejam ambiental, cultural, econômica e socialmente sustentáveis (BRASIL, 2006).

Dessa forma, as ações de SAN devem promover a garantia do direito de todos a alimentos seguros, saudáveis, que não gerem doenças e promovam qualidade de vida. A SAN deve ser percebida e respeitada como um direito indivisível, junto ao direito de saúde, educação e trabalho. Suas ações devem estar pautadas na sustentabilidade sociocultural, ambiental e econômica. Com isso, cita-se o direito de acesso ao alimento na presente e nas futuras gerações.

Podem-se denotar vários aspectos no atendimento aos objetivos das ações de SAN como: 1) a implementação de políticas públicas e estratégias sustentáveis e participativas de produção; 2) a garantia da qualidade biológica, sanitária, nutricional e tecnológica e dos riscos do processamento e da industrialização dos alimentos; 3) os canais de comercialização dos alimentos, incluindo-se os acordos internacionais; 4) as formas de produção, abastecimento e distribuição dos alimentos, incluindo-se a água; 5) a geração de emprego e distribuição da renda da população; 6) a conservação da biodiversidade; 7) a promoção da saúde, entre outros (BRASIL, 2006).

Contextualização da SAN

Até os anos 30, a questão da Segurança Alimentar era enfrentada como um problema de abastecimento de alimentos, associada à questão da oferta para a população que crescentemente se dirigia às grandes cidades (BELIK et al., 2001).

A partir da segunda Grande Guerra, quando a Europa encontrava-se devastada e sem condições de produzir o seu próprio alimento a Segurança Alimentar passou a ser tratada como uma questão de oferta insuficiente de alimentos.

O médico e sociólogo, Josué de Castro, em 1946, já denunciava que a fome não era resultado de problemas naturais e climáticos, mas um problema de ordem social e política, enraizado na pobreza e na miséria do povo. A fome era um problema político, e não de insuficiente produção de alimentos. Era necessário criar condições de acesso à terra e à renda para a população garantir sua própria alimentação (CASTRO, 1952)

Em 1948, o Direito Humano à Alimentação Adequada (DHAA) foi contemplado no artigo 25 da Declaração Universal dos Direitos Humanos. E teve sua definição ampliada no artigo 11 do Pacto Internacional dos Direitos Econômicos, Sociais e Culturais (PIDESC), de 1966 (CONTI, 2009).

A grande contribuição da declaração foi inserir as questões sociais, econômicas, civis e políticas, essenciais para a identificação dos direitos relacionados às liberdades fundamentais e à dignidade humana (ALBUQUERQUE, 2009).

Nos anos 50, motivados pela modernização da agricultura e a abertura de novas vias de acesso e novas áreas de produção, a questão da distribuição de alimentos tornou-se o foco das discussões políticas e das ações governamentais. Nessa época, a Reforma Agrária passou a ser apresentada como importante política de apoio à oferta de alimentos, mas a ênfase do período foi dada a área do abastecimento de alimentos (BELIK et al., 2001).

A partir da década de 60, a insegurança alimentar passou a ser vista como resultado da produção insuficiente de alimentos nos países pobres. Como solução, apresentou-se uma agricultura baseada no uso de sementes de alto rendimento, fertilizantes, pesticidas, irrigação, mecanização, uso de novas variedades genéticas, com o objetivo de aumentar a produtividade de alguns alimentos, a chamada de Revolução Verde (BURITY et al., 2010). Assim, uma maior produção de alimentos, aumentaria a oferta e reduziria os preços dos alimentos. Esse fator, sobrepunha-se a questão da erradicação da fome, pois possibilitaria apresentar uma resposta a sociedade que exigia preços mais baixos (BELIK et al., 2001).

Como resultado, nos anos 70 e 80 houve um crescimento econômico, com produção agrícola suficiente para atender às necessidades nutricionais da população. Verificou-se também, a crescente exportação de produtos agrícolas. O poder público controlava parte da distribuição dessa produção, mas não houve redução do preço dos alimentos e grande parte da população sofria com as consequências da fome e da má alimentação (BELIK et al., 2001).

De acordo com Burity et al. (2010), no início da década de 70, o direito humano a alimentação não era o foco principal das ações governamentais e das políticas de produção e abastecimento de alimentos. O foco estava no produto, e não no ser humano. Com isso, na

década de 80, a pobreza e a impossibilidade de acesso físico e econômico aos alimentos repercutia em um agravante quadro de insegurança alimentar.

Em 1990, com o Governo Fernando Collor, a Reforma do Estado do Brasil Novo, desencadeou a extrema redução dos recursos financeiros, com a extinção dos programas de alimentação e nutrição. As mudanças da política macroeconômica nos anos 90 levaram à redução gradativa dos gastos com agricultura e alimentação (BELIK et al., 2001). Daí resultaram preocupantes mudanças estruturais no setor agrícola, com grande diferenciação das condições produtivas entre os pequenos e grandes produtores, a queda do emprego, o aumento da pobreza e o aprofundamento da desigualdade no meio rural (CHONCHOL, 2005). Enfim, estava estabelecida uma crise não somente econômica, mas de ordem ética, inaceitável, que em um país grande produtor agrícola e exportador de alimentos, submetia milhões de brasileiros à fome e à miséria. A partir desse quadro caótico, articulado por amplos setores da sociedade civil brasileira e inspirado pelo sociólogo Herbert de Souza (o Betinho), foi lançada a Campanha Contra a Fome, chamando cada brasileiro a assumir seu papel de cidadão e solidariedade (MALUF et al., 1996)

Assim, em 2003 junto com o Fome Zero, surgiram como prioridade do Estado, as políticas públicas de Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) receberam novo impulso (KEPPLER; SEGALL-CORRÊA, 2011). Foi criado o Ministério Extraordinário de Segurança Alimentar e Combate a Fome (MESA), lançado o Fome Zero e o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA). Em seguida, o programa de transferência direta de renda, o Programa Bolsa Família, foi instituído em 2004 (BRASIL, 2011).

Nesse contexto histórico, verifica-se que para a efetivação das ações e políticas de combate à fome e a miséria, foi fundamental a mobilização social como agente impulsionador de políticas públicas para garantia da SAN.

O ápice desse movimento em prol da SAN, foi a aprovação da Lei de Segurança Alimentar e Nutricional (LOSAN, lei nº 11.346/2006) e a incorporação pelo Estado brasileiro da Emenda Constitucional nº 64, que incluiu o direito à alimentação no artigo 6º da Constituição Federal, ficando esse direito em condição de igualdade jurídica com os demais direitos fundamentais como a educação, a saúde e a habitação (CONTI, 2009).

A LOSAN estabelece as definições, princípios, diretrizes, objetivos e composição do Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional – SISAN, por meio do qual o poder público, com a participação da sociedade civil organizada, formulará e implementará políticas, planos, programas e ações com vistas em assegurar o direito humano à alimentação adequada (BRASIL, 2006).

Portanto, se a alimentação é um direito humano fundamental e constitucional, o desafio deste momento é garantir a sua efetivação em todo território nacional para que ele, de fato, se torne um direito de todos (CONTI, 2009).

Insegurança alimentar e nutricional

A problemática da fome e da insegurança alimentar são problemas antigos na realidade brasileira. São problemas associados principalmente à pobreza, à falta de educação alimentar e de políticas públicas efetivas para a resolução do problema.

Mas, quem sofre a insegurança alimentar?

A insegurança alimentar atinge o indivíduo que passa fome, tem acesso restrito à alimentação ou é impedido de produzir seu próprio alimento. Os que se alimentam de sobras e lixo alimentares. Os acometidos de doenças associadas à má alimentação, deficiências nutricionais, sobrepeso e obesidade. Aqueles que consomem alimentos sem qualidade desde o cultivo, processamento industrial até o preparo comercial ou doméstico. Que é privado de informação acerca dos alimentos que consome.

Como exemplo de quem são os promotores desse quadro de insegurança alimentar, pode-se citar os que promovem a produção ou produzem alimentos a partir de modelos predatórios ao meio ambiente, às relações econômicas e sociais ou a partir de tecnologias não comprovadamente seguras. E que não baseiam a produção valorizando os hábitos e cultura alimentar do território. Os que aplicam preços abusivos em relação aos alimentos e bens essenciais. Quem se nega a informar ou ignora o dever de informar a composição nutricional e todos os componentes presentes nos produtos alimentares.

Segundo o Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS), a pobreza no Brasil foi reduzida de 24,7% em 2002 para 8,5% em 2012, e a extrema pobreza caiu de 9,8% para 3,6% no mesmo período. Mesmo assim, segundo a FAO, pelo menos 13 milhões de pessoas passam fome ou sofrem de desnutrição. Sem contar, os milhões que estão em estado de vulnerabilidade social, sentem medo de enfrentar situações que os prive do acesso ao alimento. Enquanto isso, a produção de alimentos alcança o segundo lugar a nível mundial, atrás apenas dos Estados Unidos (FAO, 2016)

Diante disso, é importante salientar que todos os brasileiros têm um papel a desempenhar. Uma nova governança precisa ser implantada. E é impossível promover as mudanças necessárias sem a ampla participação de todos.

Dimensões da segurança alimentar e nutricional

As ações de SAN estão inseridas em duas dimensões: a dimensão alimentar, ligada a produção dos alimentos, representada pelo que se denomina Soberania Alimentar. E a dimensão nutricional, mais voltada aos aspectos biológicos da alimentação, representada pelo Direito Humano a Alimentação Adequada (DHAA). A LOSAN dispõe em seu artigo 3º:

A Segurança Alimentar e Nutricional consiste na realização do direito de todos ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais, tendo como base práticas alimentares promotoras de saúde que respeitem a diversidade cultural e que sejam ambiental, cultural, econômica e socialmente sustentáveis (BRASIL, 2006).

A Soberania Alimentar relaciona-se ao direito dos povos de decidir sobre o que produzir e consumir, a autonomia e as condições de vida e de trabalho dos agricultores familiares e camponeses, o que se reflete na produção de alimentos de qualidade, seguros, diversos, ambientalmente sustentáveis e adequados à cultura local, à preservação de sementes tradicionais (crioulas) e da biodiversidade agrícola, além da valorização de cultura e hábitos alimentares de diversas populações. Remete também à soberania das nações e sua autossuficiência com relação aos alimentos para consumo interno. Um país ou região somente é soberano quando tem autonomia para decidir, livre de qualquer forma de pressão, sobre sua política econômica, social e cultural (CONTI, 2009).

Enquanto isso, a promoção e plena realização do DHAA, envolve elementos de justiça social e econômica e diz respeito a todas as pessoas, de todas as sociedades, e não apenas àquelas que não têm acesso aos alimentos.

Tomando como base o relatório do Relator Especial da ONU para o Direito à Alimentação, (DHNET, 2002), o direito à alimentação adequada é um direito humano de todos de ter acesso regular, permanente e irrestrito, quer diretamente ou por meio de aquisições financeiras, a alimentos seguros e saudáveis, em quantidade e qualidade adequadas e suficientes, correspondentes às tradições culturais do seu povo e que garantam uma vida livre do medo, digna e plena nas dimensões física e mental, individual e coletiva. É o direito de estar livre da fome e da má nutrição.

Tais aspectos servem para compreender que a produção de alimentos, por si só, não garante a erradicação da fome e da má nutrição, por isso é fundamental que a política de SAN seja implementada de forma ampla, de justiça social e de sustentabilidade.

A promoção da garantia do DHAA passa pela promoção da reforma agrária, da agricultura familiar, de políticas de abastecimento, de incentivo a práticas agroecológicas, de

vigilância sanitária dos alimentos, de abastecimento de água e saneamento básico, de alimentação escolar, do atendimento pré-natal de qualidade, da viabilidade de praticar o aleitamento materno exclusivo, da não discriminação de povos, entre outros (BURITY et al, 2010)

Exige que todas as pessoas sejam tratadas com respeito e dignidade, como titular de direitos humanos, que pode reivindicá-los.

Uma abordagem baseada em direitos humanos reconhece a fixação de metas e processos transparentes para promover o desenvolvimento e a redução da pobreza. Os Estados são responsáveis por suas ações perante os indivíduos e delas devem prestar contas. Os indivíduos precisam apoderar-se das informações e instrumentos de direitos humanos para que possam reivindicar do Estado ações corretivas e compensações pelas violações de seus direitos.

A realização do Direito Humano à Alimentação Adequada requer a adoção de políticas e estratégias sustentáveis de produção, distribuição, acesso, consumo de alimentos seguros e de qualidade, promoção da saúde e da alimentação adequada e saudável em todos os níveis federativos.

A SAN gradualmente deixa de ser um conceito distante e abstrato para tornar-se concreta na vida de milhares de sujeitos de direitos, através da implementação de um amplo espectro de políticas públicas que vêm contribuindo para mudar a dura realidade da insegurança alimentar e garantir que mais gente tenha vida e dignidade em todo território brasileiro (CONTI, 2009)

O poder público e a sociedade civil na implementação de SAN

O Brasil criou um sistema público, o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (SISAN), destinado a coordenar intersetorialmente as políticas públicas necessárias para a garantia da SAN. O objetivo do SISAN é formular e implementar políticas e planos de segurança alimentar e nutricional, estimular a integração dos esforços entre governo e sociedade civil, bem como promover o acompanhamento, o monitoramento e a avaliação da segurança alimentar e nutricional no país.

Ao aderir ao SISAN, os agentes públicos se comprometem com a realização do DHAA e se propõem a fazer parte de uma estratégia nacional para eliminar a fome e promover a segurança alimentar e nutricional.

Nesse Sistema, ressalta-se a importância do Controle Social. O controle social deve ser exercido por indivíduos e grupos para monitorar os poderes públicos. No SISAN, através da formação dos Conselhos de Segurança Alimentar e Nutricional, nas esferas federal, estadual e municipal, a sociedade pode acompanhar as políticas públicas, os recursos

destinados as ações de implementação da SAN. Os conselhos de políticas públicas, são um exemplo exercício de cidadania e fortalecimento da democracia. Dessa forma, o controle social seria uma forma possível de participação social. O processo de implementação do SISAAN deve ser feito de maneira participativa e dialogada. É fundamental forte articulação com todos os setores relevantes da sociedade organizada e com os órgãos públicos. O Conselho de Segurança Alimentar e Nutricional é a instância de controle social, sendo consultivo e propositivo desta política (BRASIL, 2011).

Ações e esforços para colocar o tema da Segurança Alimentar e Nutricional no centro das discussões políticas e da Sociedade Civil, na tentativa de minimizar as causas e consequências da fome, continuam presentes no Brasil e no mundo.

Assim a Segurança Alimentar e Nutricional possui importantes metas com forte potencial de melhorar as condições de vida da população brasileira que ainda tem o seu direito à alimentação adequada violado. O grande objetivo que deve ser assumido por cada indivíduo na organização e gestão em SAN, DHAA e Soberania Alimentar são ações que se complementem e se inter-relacionem visando um mesmo objetivo que é a defesa e a promoção da vida digna para todos os povos (CONTI, 2009).

Desse modo, a melhor maneira de garantir que as Políticas de Segurança Alimentar e Nutricional sejam realizadas é monitorar a execução das ações propostas nos planos nacional e estadual de SAN.

Monitorar o cumprimento das metas estabelecidas neste plano é uma tarefa imperiosa e coletiva, da sociedade civil e dos gestores governamentais. Essa significativa conquista deve ser seguida pela criação, fortalecimento e garantia de mecanismos de exigibilidade do direito humano à alimentação adequada em coordenação com o sistema de políticas públicas dos direitos humanos, propiciando uma cultura desses direitos no Brasil (LEÃO; MALUF, 2012).

Esse é o caminho para que o Brasil se torne um país, com justiça social, com soberania e segurança alimentar, um país que promove o direito humano à alimentação adequada e saudável, um direito essencial à vida e à dignidade humana.

Nessa perspectiva, salienta-se que é dever de cada cidadão e cidadã brasileiro, participar de um movimento de enfrentamento à Insegurança Alimentar, promovendo a saúde e a garantia do DHAA e da Soberania alimentar.

Referências

ALBUQUERQUE, M. de F. M. de. A segurança alimentar e nutricional e o uso da abordagem de direitos humanos no desenho das políticas públicas para combater a fome e a pobreza. **Revista de Nutrição**, v. 22, n. 6, p. 895-903, 2009.

BELIK, W.; SILVA, J. G.; TAKAGI, M. Políticas de combate à fome no Brasil. **São Paulo em Perspectiva**, v. 15, n. 4, p. 119-129, 2001

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome. Câmara Interministerial de Segurança Alimentar e Nutricional. **Caderno SISAN nº01/2011. Estruturando o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional-SISAN**. Disponível em:

<http://www.mds.gov.br/gestaodainformacao/disseminacao/seguranca-alimentar-e-nutricional/2011/estruturando-o-sistema-nacional-de-seguranca-alimentar-e-nutricional/cadernos-sisan-2013-no-01-2011-estruturando-o-sistema-nacional-de-seguranca-alimentar-e-nutricional>,

Acesso em: 8 de Jun, 2014.

BRASIL. **Lei Orgânica de Segurança Alimentar e Nutricional (LOSAN)** 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. Disponível em:

<http://www4.planalto.gov.br/consea/legislacao/lei-no-11-346-de-15-de-setembro-de-2006/view>. Acesso em 13 jun.2014.

BURITY, V.; FRANCESCHINI, T.; VALENTE, F.; RECINE, E.; LEÃO, M.; CARVALHO M. de F. **Direito humano à alimentação adequada no contexto da segurança alimentar e nutricional**. Brasília, DF: ABRANDH, 2010.

CASTRO, J. Geografia da fome. Casa do Estudante do Brasil, 1952

CHONCHOL, J. A soberania alimentar. **Estudos Avançados**, v. 19, n. 55, p. 33-48, 2005.

CONTI, Irio Luiz. **Segurança Alimentar e Nutricional: noções básicas**. Passo Fundo: IFIBE, 2009.

DHNET - Rede de Direitos Humanos & Cultura. **Definição e História do Direito à Alimentação**.

Disponível em:

http://www.dhnet.org.br/dados/relatorios/dh/br/relatores_onu/desc_ziegler/i_definicaoohistoria.htm.

Acesso em 25/07/2016.

FAO - Organização Das Nações Unidas Para Alimentação E Agricultura. **FAO lança relatório sobre a situação da segurança alimentar no Brasil** Disponível em :

<http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/343719/>. Acesso em 25/07/2016.

KEPPLER, A. W.; SEGALL-CORRÊA, A. M. Conceituando e medindo segurança alimentar e nutricional. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 16, n. 1, p. 187-99, 2011.

LEÃO, M.; MALUF, R. S. **A construção social de um sistema público de segurança alimentar e nutricional: a experiência brasileira**. Brasília, DF: ABRANDH, 2012.

MALUF, R. S.; MENEZES, F.; VALENTE, F. L. Contribuição ao tema da segurança alimentar no Brasil. **Revista Cadernos de Debate**, v. 4, p. 66-88, 1996.

Capítulo 7

A legislação brasileira para a biodiversidade e produtos biológicos: importância e impactos

José Eduardo Marcondes de Almeida ¹

¹ Pesquisador Científico, Laboratório de Controle Biológico, Instituto Biológico, APTA/SAA-SP. E-mail jemalmeida@biologico.sp.gov.br

Introdução

O uso de microrganismos no controle de pragas e doenças, ou mesmo parasitoides e predadores de insetos e ácaros, tem crescido à medida com que cresce o interesse por uma agricultura sem o uso de agrotóxicos e a preservação do ambiente. Portanto, de uma maneira prática, é cada vez maior o número de projetos nesta área, envolvendo as mais diversas culturas.

O interesse pela produção de bioinseticidas à base de fungos, bactérias, nematóides e vírus, bem como insetos e ácaros predadores e parasitoides tem aumentado, fazendo com que o setor da pesquisa invista em novas técnicas de produção e formulação, além de trabalhos de eficiência em laboratório e campo. As empresas com interesse nesse mercado acompanham essa tendência, criando novas oportunidades de emprego, gerando renda e protegendo o meio ambiente, por se tratar de tecnologia com baixo risco.

A legislação tornou-se um desafio para o desenvolvimento de bioinseticidas a base de entomopatógenos no Brasil, por causa da inexistência de uma legislação própria, tanto na parte de registros como no que se refere ao uso de isolados desses agentes entomopatogênicos, por causa da proteção do patrimônio genético nacional.

No que se refere ao uso do patrimônio genético brasileiro, o que foi criado em termos de legislação foi uma Medida Provisória 2.186-56/2001, que apesar de tratar de tudo quanto ao patrimônio genético, fala da repartição de recursos para as partes, proprietário do local onde foi coletada a amostra, até o produtor do bioinseticida, mas não é clara quanto a isso, e

por esse motivo, o Ministério de Meio Ambiente, através do colegiado específico quanto ao uso do patrimônio genético, o CGen – Conselho de Gestão do Patrimônio Gnético, criou cada vez mais novas resoluções.

A Lei da Biodiversidade 13.123 de 2015, entrou em vigor em 11 de maio de 2016, com alterações importantes para o uso do patrimônio genético, revogando a Medida Provisória 2.186-56/2001, trazendo algumas alterações conceituais, como a eliminação da bioprospecção e melhorando o processo de solicitação de acesso ao patrimônio genético, mas tem causado muitas discussões a respeito da aplicação da lei em vários aspectos da sociedade (BRASIL, Lei No. 13.123 17 de novembro de 2015.).

A Lei dos Agrotóxicos, Lei No. 7802 de 11 de julho de 1989 dispõe sobre a pesquisa, experimentação, a produção, a embalagem, o transporte, armazenamento, comercialização, propaganda, utilização, importação, exportação, o descarte de embalagens, a classificação, o controle, fiscalização e o registro de agrotóxicos e afins no Brasil. Praticamente envolvendo todo o processo, mas foi criada principalmente para os produtos químicos, pois os bioinseticidas se encaixam na palavra “afins” desta lei (BRASIL, Lei No. 7802 de 11 de julho de 1989).

Desse modo, quando os produtos biológicos começaram a ser comercializados com maior frequência, a partir do início dessa década, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), responsável pelo registro desses produtos, passou a exigir o registro de produtos biológicos, porém utilizando as mesmas exigências dos químicos, o que tornou o processo moroso e caro para as pequenas empresas produtoras de bioinseticidas.

Em 2006, foi criada a Instrução Normativa no. 3 (10/03/2006) para ajudar no registro de bioinseticidas, pois o registro de um agrotóxico começa no MAPA, mas vai para o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) – Ministério do Meio Ambiente (MMA) e para a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) – Ministério da Saúde (MS), procurando resolver todas as necessidades de informações sobre o produto a ser registrado, mas com testes menos rigorosos usados para químicos. Mesmo assim, o registro ficou muito lento, 2 a 3 anos e custoso, em torno de US\$ 60.000,00.

Seria importante aumentar a discussão sobre o registro de produtos biológicos, criando uma lei específica para tais produtos e análises mais baratas, procurando ajustar a necessidade de informações sobre o produto com a sua natureza biológica, pois muitos testes usados ainda hoje são desnecessários. Paralelamente, seria importante o estudo e o desenvolvimento de análises de impacto de produtos biológicos sobre o ambiente, animais e o homem.

Acesso ao Patrimônio Genético

Segundo Vasconcelos et al. 2016, o processo adotado pela Lei nº 13.123, de 2015, envolve num primeiro momento o cadastro da atividade no SisGen – Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético, ou a obtenção de prévia autorização do CGen, conforme o caso. Em seguida, na fase de exploração econômica, o sistema prevê a notificação ao CGen. Finalmente, ambos, o cadastro e a notificação, serão objetos de verificação pelo CGen.

No caso da pesquisa, somente o cadastro será necessário, apesar de passar pelo CGen para a emissão do Comprovante de Notificação de Cadastro, que vai certificar para o pesquisador que está autorizado a realizar seu trabalho (CGen, 2016).

Para a comercialização do produto intermediário, é necessário o cadastramento da atividade de acesso que resultou no referido produto prévio a sua comercialização. Para a exploração econômica de produtos acabados ou material reprodutivo, deverá ser feita uma notificação antes do início da comercialização. No entanto, a notificação deve ser precedida do cadastramento da atividade do acesso que resultou no referido produto. Como o funcionamento do cadastro depende de regulamentação, tem-se que aguardar a publicação da regulamentação da Lei nº 13.123/2015 (CGen, 2016).

As solicitações de autorização ou regularização ainda em tramitação em 17/11/2015, data de entrada em vigor da Lei nº 13.123/2015, inclusive nas instituições credenciadas pelo CGen, deverão ser reformulados pelo usuário como cadastro no SISGen, no prazo de 1 (um) ano, contado da data da disponibilização do cadastro pelo CGen (CGen, 2016).

Segundo a Lei da Biodiversidade No. 13.123 de 2015 e o Decreto No. 8.772 de 2016, para a exploração econômica do patrimônio genético, será necessária a repartição de 1% do lucro líquido com o Fundo de Patrimônio Genético que será criado para gerir esses recursos, ou através de um pagamento não monetário, para o produtor final do processo de desenvolvimento tecnológico. Porém, micro, pequenas empresas e microempresário individual ficarão isentos da repartição de recursos com o governo, do mesmo modo, para produtos biológicos no controle biológico de pragas e doenças para a agricultura (BRASIL, Lei No. 13.123 17 de novembro de 2015).

Apesar da não necessidade de repartir recursos com o governo, essa legislação causa uma série de problemas para a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico de produtos biológicos para o controle de pragas e doenças na agricultura, pois pode limitar a pesquisa, devido ao acúmulo burocrático e principalmente a empresa, que terá mais uma questão para resolver para o lançamento de novos produtos. Pode causar um desestímulo a todo o processo de desenvolvimento de novos produtos biológicos para o manejo integrado de pragas na agropecuária, favorecendo o uso de produtos químicos.

Registro de produtos biológicos

O processo de registro de produtos biológicos através da Lei dos Agrotóxicos e Afins, Lei No. 7802 de 11/07/1989, prevê a aplicação de Instruções Normativas específicas para macro e microrganismos, sendo classificados de acordo com suas funções na agricultura, pois o aspecto generalizado da legislação, classificou tudo como agrotóxicos, causando grande confusão no início dos anos 2000. Por isso a criação dessas Instruções Normativas, que retiraram pelo menos as etapas 2 e 3 para testes e análises de produtos químicos, que não se encaixavam nesses organismos vivos. Mesmo assim, o custo para o registro ainda é alto, considerando que o tempo para o registro pode chegar a 3 anos, mesmo que o MAPA dê prioridade para os processos de produtos biológicos.

Visando ainda melhorar o processo de registro de produtos biológicos, foi baixado o Decreto no. 6.913 de 23 de julho de 2009, que dispõe de registro de produto fitossanitário para uso aprovado na agricultura orgânica, apesar de ser ainda chamado de agrotóxico e ser um apêndice da Lei dos Agrotóxicos e Afins.

Com o Decreto no. 6.913, é possível realizar o registro como produto para a agricultura orgânica, sendo classificados em macro e microbiológicos. Nesse caso, o agente deve estar relacionado na lista de referência aprovada pelas Comissões da Produção Orgânica e publicados pelo MAPA. Cada agente deve ter sido testado quanto à sua eficiência para o controle biológico de pragas, doenças e plantas daninhas. Cada agente pode ser classificado mediante a apresentação de artigos científicos publicados em revistas científicas ou através de laudos de órgãos competentes para a avaliação da eficiência agrônômica. Além disso, cada agente biológico terá que passar pelos testes toxicológicos exigidos pelo IBAMA e ANVISA. Mas, após serem colocados nas tabelas de referência, poderão ser registrados por diferentes empresas interessadas, desde que não alterem a formulação classificada.

A questão é que, para uma empresa que deseja utilizar os agentes já classificados, visando ganhar tempo e dinheiro com registro de uma maneira mais simples, esse processo é muito vantajoso, pois dentro de 6 meses a 1 ano, é possível obter o registro. Mas, no caso de registrar um novo agente ou mesmo novo isolado, talvez seja mais recomendado o registro “tradicional”, através da Lei dos Agrotóxicos e suas Instruções Normativas específicas, que a empresa terá que fazer todos os

testes toxicológicos e de eficiência exigidos para que se obtenha a referência no uso aprovado para a agricultura orgânica ou pela Lei dos Agrotóxicos.

Considerações finais

Seria importante aumentar a discussão sobre o registro de produtos biológicos, criando uma lei específica para tais produtos e análises mais baratas, procurando ajustar a necessidade de informações sobre o produto com a sua natureza biológica, pois muitos testes usados ainda hoje são desnecessários. Paralelamente, o estudo e o desenvolvimento de análises de impacto de produtos biológicos sobre o ambiente, animais e o homem, também são análises importantes para a melhoria da qualidade da produção e do uso de produtos biológicos para a agricultura.

No caso do patrimônio genético, o que deveria ser pensado era num simples cadastro “on line” para pesquisas com material genético do Brasil, por instituições governamentais brasileiras, pois da forma que foi publicado o decreto de instituição da Lei da Biodiversidade, ainda se tem que passar por processos de autorização para pesquisa por uma comissão não científica, o que dificulta e atrasa os trabalhos de pesquisas nessas áreas.

O Brasil precisa avançar em normatização para produtos biológicos para a agricultura, pois se pretende continuar a ser a fronteira agrícola mais importante do mundo, vai precisar desenvolver uma agricultura mais sustentável que agrida o meio ambiente e o homem, criando legislações mais claras, simplificadas e que tragam a responsabilidade para as empresas produtoras e/ou comercializadoras desses produtos e não da forma como está, pois o governo ainda é o maior responsável por tudo.

Referências bibliográficas

CGen - Conselho de Gestão do Patrimônio Genético <http://www.mma.gov.br/patrimonio-genetico/conselho-de-gestao-do-patrimonio-genetico>. Ministério do Meio Ambiente – MMA. Acesso em: 14/07/2016.

BRASIL. **Decreto No. 6.913 de 23 de julho de 2009**. Acresce dispositivos ao Decreto no 4.074, de 4 de janeiro de 2002, que 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. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/vegetal/agrotoxicos/Produtos%20Fitossanitarios%20-%20Organicos/DECRETO%206913,%20%20de%2023%20de%20julho%20de%202009_versao%20final.pdf. Acesso em: 27/07/2016).

BRASIL. **Lei No. 7.802 11 de julho de 1989**. 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. Disponível em :

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7802.htm Acesso em: 14 de julho de 2016.

BRASIL. **Lei No. 13.123 17 de novembro de 2015**. Regulamenta o inciso II do § 1o e o § 4o do art. 225 da Constituição Federal, o Artigo 1, a alínea j do Artigo 8, a alínea c do Artigo 10, o Artigo 15 e os §§ 3o e 4o do Artigo 16 da Convenção sobre Diversidade Biológica, promulgada pelo Decreto no 2.519, de 16 de março de 1998; dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético, sobre a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado e sobre a repartição de benefícios para conservação e uso sustentável da biodiversidade; revoga a Medida Provisória no 2.186-16, de 23 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13123.htm Acesso em: 14/07/2016).

VASCONCELOS, R. M.; MACEDO, F. S.; DIAS, A. T. G. M.; FREIRE, A. R. M.; MOREIRA, C. T. **Conhecendo a Lei nº 13.123, de 2015 e o Decreto nº 8.772, de 2016, que regulam o acesso ao patrimônio genético e conhecimento tradicional associado e a exploração econômica de produto ou material reprodutivo desenvolvido a partir do acesso**. Brasília: Embrapa, Documento, 2016, 60 p.

Capítulo 8

Produtos fitossanitários biológicos disponíveis para agricultura e perspectivas de novos produtos.

Danielle Mattei^{1*}

Nicanor Pilarski Henkemeier¹

Anderson Luis Heling¹

Eloisa Lorenzetti¹

Odair José Kuhn²

José Renato Stangarlin²

¹Programa de Pós-graduação em Agronomia - PPGA, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste, Campus Marechal Cândido Rondon, Rua Pernambuco, 1777, Caixa Postal 1.008, Centro, 85.960-000, Marechal Cândido Rondon, PR; dani.mattei@hotmail.com*; pilarskinicanor044@hotmail.com; andersonheling@gmail.com; eloisa-lorenzetti@hotmail.com. *Autor para correspondência;

²Professor Associado da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unioeste, Campus Marechal Cândido Rondon, Rua Pernambuco, 1777, Caixa Postal 1.008, Centro, 85.960-000, Marechal Cândido Rondon, PR; ojkuhn@gmail.com; jose.stangarlin@unioeste.br;

Introdução

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de grãos, com uma produção de aproximadamente 196,5 milhões de toneladas, produzidos anualmente nas safras de inverno e verão em uma área estimada em 55,6 milhões de hectares (CONAB, 2016). Não apenas no Brasil, mas no mundo todo, a produção agrícola é reduzida pela ocorrência de pragas, doenças e plantas daninhas. Estes podem ser manejados, utilizando-se táticas físicas, culturais, biológicas e químicas, sendo estas últimas as mais utilizadas.

O manejo químico baseia-se na utilização de agroquímicos, pelo uso de fungicidas, nematicidas e bactericidas, utilizados no controle das doenças. Assim como os acaricidas e inseticidas, utilizados no controle de ácaros e insetos, respectivamente, os quais podem atuar como disseminadores de vírus, sendo o controle de pragas uma medida preventiva a

disseminação desses agentes infecciosos. Além desses também utiliza-se dos herbicidas no controle de plantas daninhas, que por sua vez podem atuar como hospedeiros alternativos de diversas doenças e pragas, favorecendo a manutenção de inoculo nas lavouras (KIMATI, 2011).

As táticas de controle químico, principalmente a terapia curativa de doenças, deveriam ser as últimas a serem adotadas, visto o impacto ambiental e custo agregados (BERGAMIM FILHO; AMORIN, 1996). No entanto, isso não se observa no campo. Na dinâmica do agricultor tais produtos passaram a ser utilizados de forma corriqueira, com aplicações de forma preventiva, o que é preconizado para produtos protetores (não sistêmicos). Essa prática se tornou comum com as práticas de desenvolvimento de mercado proporcionado pelas empresas através da venda de pacotes tecnológicos, englobando um conjunto de produtos, incluindo fertilizantes, sementes e agroquímicos, que “devem” ser utilizados durante o ciclo produtivo. O uso dos pacotes surgiu durante a Revolução Verde, visando máxima produtividade. Apesar de seu objetivo, desconsiderou-se a diferença entre os ecossistemas, suas características e necessidades, além de induzir ao uso intensivo de agroquímicos (MATOS, 2010).

O controle químico pode ser adotado em casos onde a praga, doença ou planta daninha se observam em população que prejudica a rentabilidade de produção, o que é determinado pelo nível de dano econômico. Este irá variar de acordo com o preço de comercialização dos produtos, bem como da aquisição do insumo para o controle (SUEKANE et al., 2012). Porém, no geral isto não é observado, até mesmo pela falta de dados sobre o nível de dano econômico.

Como resultado do uso indiscriminado, observa-se o custo ambiental e ecológico, decorrentes da contaminação e da baixa seletividade apresentada por muitos desses produtos. Esse, é um dos fatores mais impactantes, pois reduz a população não só dos patógenos, mas também dos organismos e microrganismos benéficos (MORANDI; BETTIOL, 2009). Microrganismos podem auxiliar na redução da população de patógenos e sua viabilidade, por meio do antagonismo. Portanto, sua eliminação pode causar desequilíbrio ao meio e favorecer o reaparecimento dos agentes patogênicos.

A seleção de patógenos resistentes aos produtos aplicados, é outro fator negativo advindo do uso indiscriminado de agroquímicos, sendo resultado da pressão de seleção exercida pelo uso frequente, maior número de aplicações e áreas abrangidas. Aplicações inadequadas, em virtude das doses adotadas e da ausência de rotação de princípios químicos, bem como a alta taxa de doença ou condição que a favoreça também levam a seleção de genótipos de patógenos resistentes. Como consequência disso, temos a redução da eficiência dos agroquímicos (KIMATI, 2011).

A observação de tais efeitos, tem direcionado os pesquisadores a buscar alternativas para reduzir problemas fitossanitários (BETTIOL et al., 2005). Os agricultores que, antes fechados a adoção de outras tecnologias, passam a apresentar interesse por manejos alternativos ao químico, pois muitas vezes não observam a eficiência do controle químico. Desse modo, o mercado de produtos biológicos apresenta demanda crescente, decorrente da necessidade de formas de manejo alternativas, bem como a tendência de produção de alimentos livres de resíduos.

Controle Biológico

A associação das plantas com microrganismos do solo apresenta importância na natureza por favorecer a sobrevivência das plantas, sua biodiversidade e funcionalidade do ecossistema (ZAMIOUDIS; PIETERSE, 2012). Desse modo, a adoção do controle biológico visa maior equilíbrio biológico do sistema agrícola, utilizando microrganismos e organismos existentes no meio para diminuir a população dos agentes causais de doenças, bem como a sua viabilidade (BLUM, 2007; LOPES, 2009), assim como ocorre para o controle de pragas.

O uso do controle biológico tem resultados positivos no controle de doenças em virtude de associações mutualísticas entre microrganismos e o sistema radicular das plantas (SANTHANAM et al., 2015). A eficiência deste método de controle no meio agrícola é satisfatória, podendo os agentes de controle biológico atuar sobre os organismos alvos por antibiose, parasitismo, competição ou induzindo a resistência das plantas aos patógenos. Na antibiose são produzidos e liberados pelos microrganismos antibióticos capazes de inibir o crescimento dos patógenos. O parasitismo, por sua vez, é a relação onde um organismo (hiperparasita) se alimenta a partir de outro, que nesse caso é o patógeno, levando-os a morte.

A antibiose é um mecanismo de controle realizado por compostos voláteis ou não, produzidos pelo agente de controle biológico, os quais podem diminuir a velocidade de desenvolvimento e a produção de estruturas reprodutivas dos fungos fitogênicos (BROETTO et al., 2013). Em estudo realizado por Nugroho et al. (2006), *Gliocladium sp.* TNC73 apresentou capacidade de produção de metabolitos secundários levando a inibição do crescimento de *Bacillus subtilis* e *Staphylococcus aureus*. O mesmo isolado foi também eficiente no controle de *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*, causadora de podridão mole em batata e outras culturas, sendo mais efetivos que o antibiótico amoxicilina, utilizado como controle positivo (SAPUTRA et al., 2013). Metabolitos secundários produzidos por bactérias do gênero *Pseudomonas* e *Paenibacillus polymyxa* tornam essas bactérias também promissoras no controle de podridões causadas por *Erwinia* (GHODS-ALAVI et al., 2012; NIU et al., 2013).

A competição, é aquela onde os agentes do controle competem por espaço, nutrientes e água, com os patógenos, reduzindo a disponibilidade desses aos patógenos. Por fim, o processo de indução é decorrente da ativação de rotas metabólicas por microrganismos, resultando no aumento da resistência das plantas aos patógenos, processo chamado de resistência sistêmica induzida (RSI) (BEDENDO et al., 2011).

O parasitismo ocorre com o uso de hiperparasitas, os quais tem sido viáveis no controle de doenças apenas em caso de patógenos de solo, como fungos causadores de podridões radiculares, murchas e tombamento de plântulas (BEDENDO et al., 2011). Dentro desse contexto, como exemplo tem-se os fungos micoparasitas *Gliocladium* sp. (estirpe TNC 73) que apresenta capacidade de parasitar hifas de *Fusarium* sp. e promover o controle pela produção de quitinases (NUGROHO, 2006). A referida estirpe foi obtida pelos autores por isolamento a partir de solo naturalmente supressivo a *Phytophthora capsici*, o que indica também sua eficiência no controle deste patógeno, causador da podridão de raízes e tombamento em solanáceas e cucurbitáceas. Dentro do gênero *Trichoderma* observam-se diversas espécies com potencial para uso como agente protetor de mudas e semente contra vários fungos do solo (OZBAY; NEWMAN, 2004).

Por sua vez, o controle biológico de pragas, se baseia no controle direto, utilizando inimigos naturais, que tendem a reduzir a população da praga, mantendo-a abaixo do nível de dano econômico. Neste são utilizados vírus, bactérias e fungos entomopatogênicos, ou parasitóides, em sua maioria himenópteros e dípteros, que vivem dentro ou fora dos insetos parasitando-os (PIETROWSKI; RHEINHEIMER, 2013).

Bactérias como agentes de promoção do crescimento e controle de doenças

As bactérias rizosféricas indutoras de crescimento (Plant Growth-Promoting Rizobacteria – PGPR), estimulam as plantas e favorecem a redução de danos causados por patógenos de solo (VAN LOON et al., 1998), tendo exibido resultados promissores para uso no controle biológico de diversos patógenos de solo, como fungos, bactérias e nematoides fitopatogênicos. Dentre os mecanismos de controle, podem envolver a produção de sideróforos e antibióticos, dentre outros produtos tóxicos, assim como apresentarem crescimento que caracteristicamente resulta no recobrimento da superfície radicular de modo a interferir no reconhecimento da planta pelo patógeno, sua movimentação ou crescimento direcionado a ela, por mascarar ou alterar a produção e liberação de exsudatos pela planta (OOSTENDORP; SIKORA, 1990; HASKY-GÜNTHER et al., 1998).

Em alguns casos essas rizobactérias também são capazes de produzir antibióticos, como é o caso do *Bacillus amyloliquefaciens* IUMC7 isolado a partir de cogumelos compostados, o qual apresentou capacidade inibitória do crescimento de

Fusarium oxysporum f. sp. *lycopersici* *in vitro*, e também da germinação de esporos do fungo. Em testes *in vivo*, cogumelos compostados inoculados com *Bacillus* reduziram a severidade da doença, provavelmente pela produção de compostos antimicrobianos (SOTOYAMA et al., 2015).

Bacillus amyloliquefaciens Y1, é uma bactéria termofila encontrada no solo, que foi testada em ensaios de cultura dupla, nos quais apresentou potencial de inibição do crescimento de diversos fungos como *Botrytis cinerea*, *Rhizoctonia solani*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Phytophthora capsici* e *Fusarium oxysporum*. Segundo os autores, tais resultados seriam produto da atividade antagônica, em função da produção de metabolitos ativos e voláteis (JAMAL et al., 2015). Os autores colocam também a importância da separação e purificação das substâncias produzidas pelo referido bacilo, em função de se ter melhor controle e visando a produção comercial. Testando o extrato butanólico bruto os autores observaram deformação, lise ou degradação de hifas de *C. gloeosporioides* e *P. capsici*. Podendo esse agente ser candidato de biocontrole de doenças fúngicas.

Algumas bactérias apresentam atividade favorável ao controle de diversos fitopatógenos, como fungos, bactérias, nematoides e protozoários, bactérias do gênero *Burkholderia* apresentam essa característica. Dentro desse gênero, *Burkholderia gladioli* pv. *agaricicola* apresenta-se como patogênica a cogumelos do gênero *Agaricus*, por apresentar potencial de inibição do crescimento micelial. Elshafie et al. (2013) observando essa evidência, estudaram efeito da *B. gladioli* pv. *agaricicola* sobre a inibição do crescimento micelial *in vitro*, observando eficiente inibição de crescimento de micélios de *Botrytis cinerea*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Penicillium digitatum*, *Penicillium expansum*, *Sclerotinia sclerotiorum* e *Phytophthora cactorum*. Os referidos autores também testaram *in vivo* a eficiência da aplicação de *B. gladioli* pv. *agaricicola* a plantas de tomate visando redução dos sintomas de murchas e necrose de raízes, provocadas por *Fusarium oxysporum* e *Sclerotinia sclerotiorum*, respectivamente, sendo relatado como resultado a eficiência dessa bactéria no controle.

Na realização de estudos referentes ao controle biológico é interessante levar em consideração não apenas a eficiência dos biocontroladores, mas também da sua capacidade de aclimação ao meio, de modo que seja possível seu uso em ambientes distintos. A exemplo disso, um estudo visando o controle de murchas e podridões de raiz no grão de bico causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* e *Rhizoctonia solani*, respectivamente, utilizou-se de *Pseudomonas aeruginosa* nativa, a qual foi capaz de suprimir a doença (VERMA et al., 2013). Os autores consideram que bactérias nativas apresentam capacidade de aclimação às condições de campo, sendo essa citada como vantagem adicional, favorável a aplicabilidade prática do controle.

Além de bactérias não simbiotes, as bactérias simbiotes também podem ser favoráveis a redução da ocorrência de doenças. No caso da utilização de bactérias fixadoras de nitrogênio além de favorecerem o desenvolvimento das plantas pela fixação biológica e pronta disponibilização do nutriente, aquelas do gênero *Rhizobium*, por exemplo, apresentam antagonismo contra patógenos de podridões decorrentes do parasitismo por *Fusarium oxysporum* e *Sclerotium rolfsii* (HANNAN et al, 2012).

A utilização de bactérias no controle biológico, muitas vezes não se dá pelo controle direto do patógeno, mas em função de sua capacidade de multiplicação e formação de biofilmes, em função da produção e acúmulo de polissacarídeos, que levam a formação de uma mucilagem, conforme mencionado anteriormente. Entre as bactérias que apresentam o referido mecanismo estão as cianobactérias, capazes de crescer não apenas em ambiente aquático, mas também no solo, como a *Pantoea agglomerans* PC10. Esta, em estudo realizado por Smail et al. (2016) apresentou eficiência no controle de *Erwinia amilovora*, causadora do fogo bacteriano em rosáceas, quando aplicada a macieira na época de floração. Para tal realizou-se aplicação da bactéria duas vezes no período de floração, a primeira, de forma preventiva, e uma segunda, de forma curativa. A primeira foi realizada um dia antes do contato do patógeno com as flores, sendo capaz de reduzir em 96% a incidência da doença, que apresentou incidência máxima de 2,5%. O controle curativo da doença pela aplicação de *P. agglomerans* PC10 foi menos eficiente, apresentando apenas 32% de controle. Sua maior eficiência no controle preventivo se deve ao recobrimento dos tecidos pela colônia bacteriana, formando um filme protetor o qual evita o contato do patógeno com os tecidos sadios planta.

Em trabalho realizado por Babu et al. (2015) duas variedades distintas de algodão, uma mais e outra menos suscetível a podridão de raiz causada por *Rhizoctonia* (CISA 310 e F1861, *Gossypium arboreum* e *Gossypium hirsutum*, respectivamente), foram tratadas com formulações a base de cianobactérias e biofilmes de *Trichoderma viride*, utilizando como controle positivo a aplicação do fungicida carbendazim. Neste estudo os autores observaram que para a variedade mais suscetível, o *Trichoderma* sob formulação comercial e o carbendazim, apresentaram os melhores resultados. Por outro lado, para a variedade menos suscetível os tratamentos a base das cianobactérias *Anabaena laxa*, *Calothrix* sp. e *Anabaena laxa* aplicada conjuntamente com biofilme de *T. viride*, apresentaram melhores resultados de controle da podridão de raízes e mortalidade de plantas. Resultados semelhantes foram observados por Prasanna et al. (2015), utilizando aplicação de *Anabaena* aliada ao *T. viride* usado sob formulação de biofilme, o qual apresentou melhor desempenho que a formulação comercial de *Trichoderma*, registrando redução de 11,1% na mortalidade de plantas, atrelado também ao aumento da atividade de enzimas hidrolíticas (peroxidases e quitinases). Em microscopia eletrônica de varredura os autores confirmaram a colonização das raízes pelos

agentes biológicos, possibilitando correlacionar a atividade antagônica e indutora de resistência.

Um dos grandes dilemas da agricultura atual decorrente do cultivo contínuo de uma mesma espécie ou de poucas espécies, ano após ano, que resulta no incremento da população de patógenos que se beneficiam desses cultivos. Isso resulta na redução da produtividade em decorrência do aumento da população de patógenos e aumento da quantidade de doença. Em um estudo realizado por Santhanam et al. (2015), o cultivo contínuo de fumo (*Nicotiana attenuata*) após vários anos, resultou no aumento de murcha súbita. No solo onde foi realizado o estudo as populações de fungos fitopatogênicos *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani* e *Alternaria* spp se destacaram. Sabendo que solos nativos apresentam capacidade de supressão de patógenos, os autores isolaram bactérias e fungos nativos associados as raízes de fumo. Os isolados bacterianos *Arthrobacter nitroguajacolicus* E46, *Bacillus megaterium* B55, *Bacillus mojavensis* K1, *Pseudomonas azotoformans* A70, and *Pseudomonas frederiksbergensis* A176, utilizados sob mistura, apresentaram redução da incidência da doença e controle da mortalidade de plantas. Tal resultado foi atribuído ao mutualismo oportunista planta-procariontes, não sendo observado incremento de mecanismo e defesa das plantas, por meio da análise da atividade enzimática.

Paenibacillus ehimensis KWN38 foi testado contra *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, causador da fusariose no tomate. O resultado mostrou que *P. ehimensis* KWN38 produz compostos orgânicos extracelulares e enzimas capazes de inibir *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* e germinação de conídios em ensaios *in vitro*. Plântulas de tomate tratados com *P. ehimensis* KWN38 ou fungicida sintético a base de carbendazim e metalaxil (45% e 9%, respectivamente; a 1 g L⁻¹) apresentaram redução na incidência e severidade da doença e mortalidade de plantas. Demonstrando que *P. ehimensis* KWN38 apresenta potencial para o controle de fusariose em tomate. Apesar disso, os autores observaram a redução na atividade das peroxidases e polifenoloxidasas nas raízes e folhas no tratamento com *Paenibacillus* (NAING et al., 2015). Talvez essa redução seja um mecanismo induzido por essa bactéria, para que a mesma possa se desenvolver juntamente a planta, estando assim outros mecanismos relacionados a redução da colonização pelo agente patogênico.

A utilização de controle biológico para a redução de doenças em pós-colheita, também vem sendo investigada. A exemplo disso, Punja; Rodriguez e Tirajoh (2016), trabalhando com *Bacillus subtilis* estirpe QST 173 à 1,45%, aplicado a cada quatro semanas em estufas comerciais de tomate, observaram que a aplicação de produto somada ao armazenamento a 13 °C fez com que a infecção pós-colheita por *Penicillium* sp. e *Rhizopus stolonifer* fosse reduzida a níveis insignificantes até 11 dias após a colheita dos frutos. O benefício nesse caso não está ligado apenas ao controle das doenças no pós-colheita, mas a redução de resíduos

químicos decorrentes da utilização de controles químicos visando aumentar a sanidade dos frutos e seu tempo de prateleira.

Controle biológico de viroses

O controle de viroses, como destacado anteriormente, pode se basear no controle de seus vetores, de modo a controlar a dispersão da doença, bem como no controle do próprio vírus. No caso do controle biológico de viroses, este conta com o uso da proteção cruzada das plantas, onde um estirpe viral atenuado é inoculado em plantas sadias, sem que as mesmas passem a expressá-la, promovendo assim a pré-imunização das plantas tratadas, que se tornam resistentes a estirpe normal do vírus, capaz de causar a doença. Na prática a adoção dessa técnica acaba sendo restrita (BEDENDO et al., 2011), sendo adotada em escala comercial basicamente para o controle da tristeza dos citros, ocasionada pelo *Citrus tristeza virus* (CTV) (ZERBINI JR et al., 2002).

Alternativamente ao uso da proteção cruzada Gund et al. (2014) testaram o potencial de rizobactérias e fungos actinomicetos no controle do *Tomato leaf curl virus* (TLCV) na cultura do tomateiro. Entre os isolados testados, três foram identificados como sendo de *Pseudomonas fluorescens* (AUDP326 (4), AUDP360 (2) e AUDP139), além de dois isolados de bactérias não identificados (AUDT217 e AUDT152). A utilização desses resultou em supressão da carga viral, chegando a reduzir a em até 80% a taxa de doença. Esses resultados apontam para um novo direcionamento de pesquisas e controle biológico de fitoviroses.

Controle biológico de nematoides

No controle de fitonematoides o uso de diversos produtos químicos vem sendo restringido, em função de sua toxidez (LAMOVSĚK et al., 2013). Desse modo o uso de controle biológico vem ganhando espaço tanto na pesquisa quanto no campo, onde o uso de hiperparasitas é viável, em função de serem patógenos que apresentam inoculo persistente no solo e sobre o qual esses organismos podem atuar continuamente, até alcançar um equilíbrio dinâmico no solo.

Dentre os hiperparasitas estudados para o controle de nematoides, se destacam as bactérias do gênero *Pasteuria*. Estas são bactérias formadoras de endósporos, o que favorece sua sobrevivência sob condições adversas. Além disso, são compatíveis com outros métodos de controle biológico e químicos, favorecendo sua adoção. Apesar disso, o grande problema relacionado ao uso de bactérias desse gênero para o controle de nematoides deve-se a especificidade nematoide-bactéria. Esta especificidade está relacionada a capacidade de parasitismo da bactéria, onde *Pasteuria penetrans* apresenta afinidade ao parasitismo dos

nematoides das galhas (*Meloidogyne* spp.), *Pasteuria thornei* aos nematoides das lesões radiculares (*Pratylenchus* spp.), *Pasteuria nishizawae* dos nematoides dos cistos (*Heterodera* spp. e *Globodera* spp.) (GONZAGA; SANTOS, 2009).

A investigação da eficiência de *Pasteuria* spp. no controle de nematoides, se concentra no estudo do uso de *P. penetrans* para o controle de *Meloidogyne* spp., por apresentarem grande importância na agricultura mundial. Nesse contexto, Mahdy et al. (2014) estudaram o uso de duas estirpes da referida bactéria, uma de origem japonesa e outra de origem egípcia, usando suspensão de esporos, esporos aderidos a juvenis ou pó de raízes colonizadas com a bactéria, foram aplicados a tomateiros mantidos em casa de vegetação. Todos os tratamentos afetaram o número de galhas e a população de fêmeas de *Meloidogyne* spp., sendo o maior número de fêmeas infectadas pela bactéria observado para os tratamentos que utilizaram o pó das raízes contendo a bactéria, independente do isolado, seguido do tratamento com suspensão de esporos do isolado proveniente do Egito.

Darban et al. (2016) realizaram a inoculação de *P. penetrans* ao solo cultivado com tomate, por meio de fêmeas de *M. javanica* mortas infectadas pela bactéria. A eficiência desse método foi observada principalmente quando a inoculação dos nematoides sadios - *M. javanica*, infectivos - foi procedida em torno de duas a três semanas após a introdução da fonte de inóculo da bactéria. Isso segundo aos autores, seria decorrente do tempo necessário para degradação dos cadáveres das fêmeas e liberação dos esporos no solo. Os autores concluem, portanto, que a densidade populacional da bactéria aumenta durante o ciclo de cultivo, porém que o inóculo do agente de controle biológico provavelmente não irá favorecer o controle de outras gerações dentro do mesmo ciclo, mas no decorrer do tempo e dos ciclos de cultivo pode ser uma forma de controle vantajosa.

Por sua vez, com relação aos nematoides do gênero *Pratylenchus*, a detecção de *P. thornei* em *Pratylenchus brachyurus* e *Pratylenchus zaeae*, no Brasil foi realizada por Gonzaga e Santos (2009) podendo ser também um indicativo da presença de um potencial agente de uso para o controle biológico dos nematoides das lesões radiculares. Os autores desse relato afirmam que ao contrário dos nematoides das galhas, que apresentam infecção pelos endósporos apenas na fase de juvenil de segundo estágio, os nematoides das lesões apresentam potencial para serem infectados pela bactéria durante todo seu ciclo, por serem migradores e apresentarem a capacidade de se movimentar nas raízes e também no solo durante todo o ciclo. Esse fato, viria a agregar e viabilizar a utilização de isolados de *Pasteuria* para o controle desse fitonematoide.

O primeiro relato da ocorrência de endósporos de *Pasteuria* sp. em *Heterodera glycines* no Brasil foi realizado em 2013, sendo observada frequência de endósporos em até 87% das populações dos nematoides, sendo encontrados em todas as

populações avaliadas (LOVATO, 2013). O nematoide do cisto da soja, pode ser efetivamente controlado pelo uso da bactéria *Pasteuria nishizawae*, o que é comprovado por diversos pesquisadores. A exemplo disso, pode se citar a redução do índice de fêmeas, número de juvenis e cistos (VICENTE, 2014), bem como a redução do número de ovos por fêmea, número de fêmeas por planta e por grama de raiz, em função da utilização de *P. nishizawae* em soja (LOVATO, 2013). Além disso, em experimento realizado de 1999 a 2005 a bactéria *P. nishizawae* foi utilizada no campo com sucesso, tornando o solo supressivo ao *H. glycines* e favorecendo a produtividade de soja, pela redução do fator de reprodução do nematoide em parcelas infestadas pelo biocontrolador (NOEL et al., 2010).

Um estudo da dinâmica populacional de uma população do nematoide dos citros (*Tylenchulus semipenetrans*), de ocorrência natural em pomar de *Citrus sinensis* na província de Lecce, Itália, foi realizado por Ciancio et al. (2016). Nesse estudo, foram realizadas amostragens de solo e raízes na profundidade de 10 a 20 cm, a aproximadamente 0,5 m do tronco das arvores, em 1993. Após as análises, foi observada a ocorrência de uma espécie de *Pasteuria* sp. não identificada, parasitando *T. semipenetrans*. Em 2005 os autores realizaram novas amostragens na mesma área e as análises revelaram a presença da relação entre o fitopatogeno e seu hiperparasita, evidenciando a relação dependente entre a bactéria e o nematoide e a persistência da bactéria no solo, destacando a importância e o efeito regulatório da *Pasteuria* sobre a população de *T. semipenetrans* e seu potencial como agente de controle biológico do nematoide dos citros.

Dentre outros organismos potenciais para o controle de diversos fitonematoides, temos as PGPR, como o *Rhizobium etli*, capaz de induzir resistência sistêmica em plantas de tomate contra o *Meloidogyne javanica* (FABRY et al., 2007). Dentre os bacilos, o *Bacillus cereus* apresenta potencial no controle de *Meloidogyne* sp., tendo sido observada eficiência *in vitro* de seu filtrado como nematicida, causando a morte de juvenis de segundo estágio após 24 horas de incubação, enquanto *in vivo* a utilização do *B. cereus* suplementar a biofertilização com resíduos agrícolas favoreceu maior peso de parte aérea de plantas de tomate, sugerindo seu potencial na redução de danos do nematoide das galhas ao tomateiro. Apesar disso, resultados de estudo realizado por Huang et al. (2016) demonstram que o *B. cereus*, não apresentou ação nematicida contra *M. incognita* quando utilizado em ensaios *in vitro* a 2%. Isso nos faz lembrar de que isolados diferentes apresentam características igualmente distintas, assim como a reação dele com relação a determinada espécie ou população de nematoide também pode ser variável.

Em trabalho realizado com *Azospirillum brasilense* via tratamento de semente, visando controle de *P. brachyurus* em soja e milho, Dias-Arieira et al. (2012) observaram redução na população de nematoides nas raízes de milho quando além do tratamento de sementes com

A. brasilense foi realizada a pulverização quinzenal de fosfato de potássio, via foliar, ou quando estes foram realizados em conjunto com o uso de tratamento de semente com Stimulate®. As plantas de milho apresentaram maior porte quando submetidas ao tratamento com *Azospirillum*, indicando que o mesmo pode favorecer melhor desenvolvimento das plantas parasitadas pelos nematoides das lesões radiculares.

Dentre outros estudos visando utilização de bactérias para promoção do controle de nematoides, a utilização de bactérias endofíticas também vem sendo estudada, sendo observados dados na literatura que apontam para a redução de galhas e do fator de reprodução de *M. javanica* em tomateiro, em função da bacterização das raízes (OLIVEIRA et al., 2009).

A utilização de filtrado obtido a partir da cultura de *Pseudomonas oryzihabitans*, apresentou atividade nematicida, reduzindo significativamente a eclosão de ovos de *Meloidogyne* spp. em concentrações acima de 10%. Além disso, a aplicação da bactéria, sob dose de 10^4 células mL⁻¹ em tratamento de sementes foi eficiente em reduzir o número de fêmeas e de massas de ovos produzidas pelo nematoide das galhas (VAGELAS; GOWEN, 2012).

Dentre os fungos *Syncephalastrum racemosum* e *Paecilomyces lilacinus* apresentam atividade nematicida contra *M. incognita*, podendo na concentração de 50% de sua combinação reduzir a eclosão em cerca de 70% e sob mesma concentração *S. racemosum* causar mortalidade de quase 97% dos juvenis. Além disso o uso combinado em casa de vegetação ou campo no cultivo de pepino favoreceu a redução de galhas e nematoides, aumentando produção (HUANG et al., 2016). *P. lilacinus* também apresentou eficiência no controle de *M. incognita* em quiabo, Mukgtar, Hussain e Kayani (2013), como também observado para o uso da bactéria *P. penetrans*, e dos fungos *Trichoderma harzianum* e *Pochonia chlamydosporia*, capazes de reduzir a reprodução dos nematoides em 52%, 57%, 50% e 43%, respectivamente, quando utilizados sob dose de 1×10^4 esporos por mL.

O nematoide reniforme (*Rotylenchulus reniformis*) apresenta grande importância para a cultura do algodoeiro. Castillo et al. (2013) avaliaram a viabilidade do uso de *B. firmus* GB-126 e *P. lilacinus* 251 em formulações comerciais, aplicados nas doses de $1,4 \times 10^7$ UFC por semente e a 0,3% vol/vol, separadamente ou concomitantemente. Nos testes sob casa de vegetação, os produtos apresentaram eficiência de controle. A campo sua eficiência foi comprovada, sendo seu uso, separadamente ou em conjunto, favorável a redução do número de fêmeas, ovos e juvenis. Além disso, a produtividade alcançada foi similar àquela apresentada pelas parcelas do controle positivo, tratadas com o nematicida químico aldicarbe.

A interação entre os organismos em solos inexplorados tende ao equilíbrio de modo que as doenças de plantas não são um problema que tende a extinguir as plantas em uma

floresta, pois existe equilíbrio em função da ocorrência de diversas espécies de organismos e microrganismos, onde um exerce controle sobre a população do outro. A exemplo disso, alguns solos apresentam supressividade a patógenos, em função da presença de diversos outros microrganismos que controlam esses patógenos. Tais organismos que exercem essa função de controle são comumente denominados benéficos. Adam et al. (2014) analisaram três solos diferentes que apresentavam capacidade supressiva sobre *Meloidogyne hapla*, onde a realização do cultivo de tomate, somada a inoculação do nematoide, resultou na supressão de cerca de 93% da população do nematoide, quando comparados a esses mesmo solos autoclavados cultivados com tomate e inoculados do mesmo modo. Segundo as análises moleculares realizadas pelos autores para identificar os microrganismos aderidos a juvenis de segundo estágio, era comum entre os diferentes solos a presença de fungos dos gêneros *Eurotium*, *Lucidum*, e *Cylindrocarpon* e das bactérias, *Malikia spinosa* e *Rothia amarae*. Apesar disso, os autores ressaltam a presença de uma microflora diversa como a provável causa do controle do *M. hapla*.

Microrganismos indutores de resistência

Alguns organismos tem a capacidade de indução de mecanismos de resistência, dentre as quais pode-se citar o uso de organismos endofíticos, que sobrevivem no interior das plantas em harmonia, podendo além de ativar mecanismos de defesa, competir com organismos prejudiciais, como os fitopatógenos (POLLI et al., 2012). Dentro desse contexto, o uso da indução pode favorecer o controle de patógenos de solo, como nematoides, onde apesar do contato da planta com os patógenos desde o início de seu desenvolvimento, a indução pode favorecer a redução do fator de reprodução, chamando atenção de diversos pesquisadores (DIAS-ARIEIRA et al., 2013). Tal redução, resulta da ocorrência de mais de um ciclo de vida em uma mesma cultura, visto que o ciclo dos nematoides das galhas e das lesões radiculares duram cerca de 25 dias. Assim, em uma cultura de ciclo de 120 dias, ocorrem cerca de quatro a cinco ciclos. Portanto, mesmo que os mecanismos relacionados a resistência não estejam ativos no durante o primeiro ciclo, esse tempo deve ser suficiente para sua ativação, promovendo a resistência e afetando os ciclos posteriores.

O desequilíbrio ecológico em áreas de cultivo, vem sendo favorecido em função da contínua oferta de alimentos não só aos agentes causais de doenças mas também para as pragas, decorrente da dificuldade da implementação da rotação de culturas (ZAMBIAZZI et al., 2011). Desse modo, dentre os desafios encontrados no controle de pragas atualmente, está a busca de novos organismos para o controle biológico, visando a redução do impacto causado pelo controle químico de pragas, diminuindo o impacto ao ambiente, tornando-o um sistema mais ecológico (SILVA et al., 2014).

Fungos no controle biológico de pragas

Uma das linhas mais promissoras para controle de pragas no mundo vem sendo a utilização de fungos, pela sua praticidade e confiabilidade. Entre estes destaca-se o uso de fungos entomopatogênicos (HAYASHIDA et al., 2014). Os quais estão entre as formas de controle mais estudadas no mundo. Para isso buscam-se alternativas para melhorar seu efeito no controle. A utilização de coleópteros machos irradiados com raios gama visando espalhar cepas de *Beauveria bassiana* foi avaliado pelos pesquisadores Llácer, Santiago-Álvarez e Jacas (2013) mostrando-se promissora.

Entre os fatores que merecem destaque no uso do controle biológico é a seletividade, que busca manter no ambiente os organismos não alvo, responsáveis pelo controle de pragas através do equilíbrio. WU et al. (2014) trabalharam com efeito de *Beauveria bassiana* no controle de *Frankliniella occidentalis*, o qual apresentou boa eficiência, no entanto, verificaram que a população de ácaros predadores vinham sofrendo efeito direto sobre suas populações.

Com isso demonstra-se a importância de estudos que visem avaliar o impacto sobre organismos não alvo, que por sua vez apresentam efeito ecológico importante na manutenção de diversidade de inimigos naturais em agroecossistemas. Estudos realizados por Akmal et al. (2013) demonstram efeito de *Beauveria bassiana* sobre espécies de afídeos *Schizaphis graminum*, *Rhopalosiphum padi*, *Brevicoryne brassicae* e *Lipaphis erysimi* comprovando seu efeito em diferentes concentrações de esporos, e avaliando as mesmas dosagens sobre a população do inimigo natural adulto *Coccinella septempunctata*, foi pouca ou muito baixa comprovando assim seu efeito seletivo ao mesmo.

Biopesticidas registrados no Brasil

Entre os bioinseticidas comercializados no Brasil (Anexo 1) a grande maioria são *Bacillus thuringiensis*, responsáveis pela produção de substâncias químicas específicas que em pH básico, como do intestino das lagartas, dissolvem a capa proteica promovendo a liberação de cristais, responsáveis pelo rompimento do trato intestinal. Além disso, *B. thuringiensis* pode atuar também liberando diversas substâncias tóxicas apresentando eficiência no controle de insetos das ordens, Lepidoptera, Coleoptera e Diptera (PRAÇA et al., 2004) e pouco ou nenhum efeito as demais ordens.

O uso de himenópteros como biocontroladores tem demonstrado cada vez mais eficiência em manter o equilíbrio da população de pragas sob baixas populações. Assim, essa ferramenta se mostra favorável ao equilíbrio nos agroecossistemas. Porém a manutenção das populações de himenópteros pode ser influenciada diretamente pela população característica do local (PALMA-SANTOS; PÉREZ-MALUF, 2010).

Um corpo crescente de provas indica que os compostos voláteis produzidos por bactérias e fungos pode fornecer uma alternativa para o uso de produtos químicos para proteger as plantas de agentes patogênicos e proporcionar um ambiente para melhor bem-estar das culturas. É bem conhecido que esses compostos podem modular a fisiologia das plantas e microrganismos, sendo proposto por Kanchiswamy et al. (2015) que seja explorado o uso desses compostos para promover o desenvolvimento de uma agricultura sustentável, ecologicamente correta e com melhor custo-benefício.

As plantas apresentam capacidade de produção de substâncias em resposta ao ataque de pragas ou doenças. Sabendo disso, Sarmiento et al. (2008) investigaram a ação dos compostos produzidos por plantas atacadas por pragas, e verificaram que tais compostos auxiliavam os predadores na localização dos insetos pragas, favorecendo o controle populacional.

Diversas limitações são enfrentadas no controle biológico. Dentre elas, a adaptação de um organismo a ambientes distintos, sua interação com a microfauna natural, e com os produtos químicos aplicados às áreas de cultivo. Nos estudos de controle biológico, devemos salientar a importância da realização de estudos prévios, *in vitro*, para seleção de potenciais agentes de controle. Porém os estudos não param por aí, os testes sob casa de vegetação e a campo, são aqueles que irão indicar a viabilidade de adoção do biocontrolador, em função da eficiência de controle da doença ou praga. O uso de testes a campo se fazem necessários principalmente para a observação do comportamento do microrganismo as condições desfavoráveis observadas a campo, as quais podem inviabiliza-lo e torna-lo ineficiente (SANTHANAM et al., 2015).

O incentivo ao uso do controle biológico é crescente. Órgãos governamentais como o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) e o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), vem incentivando o registro dessa classe de produtos. Isto, se deve a maior especificidade, pois não apresentam ação sobre inimigos naturais de pragas ou agentes causais de doenças. Além disso, o menor impacto ambiental e à saúde humana são peso positivo para esse incentivo (MAPA, 2014). Outro fator, é o crescente mercado de produtos orgânicos, que pleiteia grande demanda desses produtos. Desse modo, o incentivo à produção e adoção de produtos biológicos pode ser observado pelo número de registros, que sofreu duplicação do ano de 2011 à 2013, passando a apresentar 88 produtos biológicos registrados pelo ministério (MAPA, 2013) e que apresenta-se crescente como pode ser observado nas tabelas anexas a esse capítulo.

Atualmente encontra-se em tramite, um projeto de lei que visa substituir a vigente Lei dos Agrotóxicos (7.802/89). O projeto de lei 3200/15, do deputado Covatti Filho, visa

regulamentar o uso de “defensivos fitossanitários e produtos de controle ambiental”, não mais “agrotóxicos”, como denominados pela lei vigente. Por meio desse, pretende-se atender a demanda da sociedade, desde empresas, com relação a instalação de fabricas e registro de produtos, demandados também pelos agricultores e consumidores, que buscam produção de alimentos mais seguros ao homem e ao meio. Essa nova lei, prevê a criação de uma comissão técnica para avaliação de novos defensivos, centralizando competências hoje do Ibama, Anvisa e MAPA (HAJE, 2016).

Considerações Finais

Visto as evidencias científicas, sociais e ambientais, fica clara a importância dos produtos para controle biológico de pragas e doenças no contexto agrícola. O recente crescimento do mercado de produtos para controle biológico se deve a maior aceitação por parte dos produtores, em função da lacuna gerada pela queda de eficiência de produtos químicos, demandando novas tecnologias para manter os níveis de controle. Paralelamente, o interesse da população em modos de vida mais saudáveis gera nichos de mercado de produtos orgânicos, produzidos com auxílio de controle biológico, e que apresentam maior valor agregado. Apesar de não ser uma forma de controle de patógenos recente, a demanda por informações dentro desse contexto apresenta-se crescente, com muito a ser descoberto e estudado, sendo fonte de oportunidades profissionais por se tratar de um mercado em ascensão.

Referências Bibliográficas

ADAM, M.; WESTPHAL, A.; HALLMANN, J.; HEUER, H. Specific Microbial Attachment to Root Knot Nematodes in Suppressive Soil. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 80, n. 9, p. 2679-2686, 2014.

ADAPAR. Agencia de Defesa Agropecuária do Paraná. **Agrotóxicos no Paraná: faça sua pesquisa**. Disponível em:<<http://celepar07web.pr.gov.br/agrotoxicos/pesquisar.asp>>; Acesso: 15 ago. 2016.

AGROFIT. http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons, 2016.

AKMAL, M.; FREED, S.; MALIK, M. N.; GUL, H. T. Efficacy of *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina: Hypomycetes) against different aphid species under laboratory conditions. **Zoological Society of Pakistan**, v. 45, p. 71-78, 2013.

BABU, S.; BIDYARANI, N. ; CHOPRA, P. ; MONGA, D.; KUMAR, R.; PRASANNA, R.; KRANTHI, S.; SAXENA, A.K. Evaluating microbe-plant interactions and varietal differences for enhancing biocontrol efficacy in root rot disease challenged cotton crop. **European Journal of Plant Pathology**, v. 142, p. 345–362, 2015.

BEDENDO, I. P.; MASSOLA JR, N. S.; AMORIM, L. Controles cultural, físico e biológico de doenças de plantas. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. (ed). **Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos**. Ceres, São Paulo, 2011. p. 367-388.

BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. **Doenças de Plantas Tropicais: Epidemiologia e Controle Econômico**. São Paulo: Agronômica Ceres: 1996. 299p.

BETTIOL, W.; GHINI, R.; MORANDI, M. A. B. Alguns métodos alternativos para o controle de doenças de plantas disponíveis no Brasil. In: VENEZON, M.; PAULA JUNIOR, T. J.; PALLINI, A. (Ed.). **Controle Alternativo de Pragas e Doenças**. Viçosa: EPAMIG/CTZM, 2005, p. 163-183.

BLUM, L. E. Conceitos sobre resistência de plantas as doenças. In: BLUM, L. E. B.; CARES, J. E.; UESUGI, C. H. **Fitopatologia: o estudo das doenças de plantas**. Brasília, DF, 2007. 2 ed. p. 249-260.

BROETTO, L.; COLTRO-RONCATO, S.; MEINERZ, C. C.; DILDEY, O. D. F.; PAZDIORA, P. C.; GONÇALVES, E. D. V.; MORAES, A. J.; HENKEMEIER, N. P.; KUHN, O. J.; STANGARLIN, J. R. Crescimento micelial e produção de microscleródios de *Macrophomina phaseolina* confrontado com diferentes isolados de *Trichoderma* sp. . **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 13, p. 310-317, 2013.

CASTILLO, J. D., LAWRENCE, K. S.; KLOPPER, J. W. Biocontrol of the reniform nematode by *Bacillus firmus* GB-126 and *Paecilomyces lilacinus* 251 on cotton. **Plant Disease**, v. 97, p. 967-976, 2013.

CIANCIO, A.; ROCCUZZO, G.; LONGARON, C. O. Regulation of the citrus nematode *Tylenchulus semipenetrans* by a *Pasteuria* sp. endoparasite in a naturally infested soil, **Biocontrol**, v. 61, p. 337–347, 2016.

CONAB - Companhia nacional de abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. Brasília: Conab, 2016. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_07_20_16_57_08_previa_boletim_graos_julho_06-07-2016.pdf>; Acesso: 15 ago. 2016.

DARBAN, D. A.; GOWEN, S. R.; PEMBROKE, B.; HUSSAIN, F. Influence of different initial spore concentrations of *Pasteuria penetrans* on the infection of root-knot nematodes over three host crop cycles. **Pakistan Journal of Nematology**, v. 34, n. 1, p. 75-80, 2016.

DIAS-ARIEIRA, C. R., MARINI, P. M.; FONTANA, L. F.; ROLDI, M.; SILVA, T. R. B. Effect of *Azospirillum brasilense*, Stimulate® and potassium phosphite to control *Pratylenchus brachyurus* in soybean and maize. **Nematropica**, v. 42, p. 170-175, 2012.

DIAS-ARIEIRA, C. R.; SANTANA-GOMES, S. M.; PUERARI, H. H.; FONTANA, L. F.; RIBEIRO, L. M.; MATTEI, D. Induced resistance in the nematodes control. **African Journal of Agricultural Research**, v. 8, n. 20, p. 2312-2318, 2013.

ELSHAFIE, H. S.; CAMELE, I.; VENTRELLA, E.; SCRANO, L.; LOVELLI, S.; BUFO, S. A.; AMATO, M. Use of plant growth promoting bacteria (PGDB) for promoting tomato growth and its evaluation as biological control agent. **International Journal of Microbiology Research**, v. 5, n. 5, p. 452-457. 2013.

FABRY, C. F. S.; FREITAS, L. G.; GODINHO, M. M.; NEVES, W. S.; FERRAZ, S. Resistência Sistêmica a *Meloidogyne javanica* Induzida por *Rhizobium etli*. **Nematologia Brasileira**, v. 31, n. 2, p. 5-9, 2007.

GHODS-ALAVI, B. S.; AHMADZADEH, M.; BEHBOUDI, K.; JAMALI, S. Biocontrol of rhizome soft rot (*Pectobacterium carotovorum*) on valerian by *Pseudomonas* spp. under in vitro and greednhouse conditions. **Journal of Agricultural Technology**, v.8, p. 1913-1923, 2012

GONZAGA, V.; SANTOS, J. M. Detecção de *Pasteuria thornei* em *Pratylenchus brachyurus* e *P. zaei*. **Nematologia Brasileira**, v. 33, n. 1, p. 103-105, 2009.

GUND, S. V.; KRISHNARAJ, P. U.; JAGDEESH, K. S.; BYADGI, A. S. Pseudomonas and actinobacteria reduce the incidence of leaf curl virus disease in tomato. **Journal of Cell and Tissue Research**, v. 14, n. 2, p. 4423-4428, 2014.

HAJE, L. Projeto regulamenta uso de defensivos agrícolas e substitui atual Lei de Agrotóxicos. 2016. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/camaranoticias/noticias/MEIO-AMBIENTE/507918-PROJETO-REGULAMENTA-USO-DE-DEFENSIVOS-AGRICOLAS -E-SUBSTITUI-ATUAL-LEI-DE-AGROTOXICOS.html>>; Acesso 10 de set. 2016.

HANNAN, M. A.; HASAN, M. M.; HOSSAIN, I.; RAHMAN, S. M. E.; ISMAIL, A. M.; DEOG-HWAN, O. Integrated management of foot rot of lentil using biocontrol agents under field condition. **Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 22, p. 883-888, 2012.

HASKY-GÜNTHER, K.; HOFFMANN-HERGARTEN, S.; SIKORA, R. A. Resistance against the potato cyst nematode *Globodera pallida* systemically induced by the rhizobacteria *Agrobacterium radiobacter* (G12) and *Bacillus sphaericus* (B43). **Fundamental & Applied Nematology**, v. 21, n. 5, p. 511-517, 1998.

HAYASHIDA, E. K.; KASSAB, S. O.; LOUREIRO, E. S.; ROSSONI, C.; BARBOSA, R. H.; SILVA, A. S.; COSTA, D. P. Isolados de *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin (Hypocreales: Clavicipitaceae) para controle de *Diatraea saccharalis* Fabricius (Lepidoptera: Crambidae). **Periódico Entomo Brasilis**, v. 7, p. 20-23, 2014.

HUANG, W.-K.; CUI, J.-K.; LIU, S.-M.; KONG, L.-A.; WU, Q.-S.; PENG, H.; HE, W.-T.; SUN, J.-H.; PENG, D.-L. Testing various biocontrol agents against the root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) in cucumber plants identifies a combination of *Syncephalastrum racemosum* and *Paecilomyces lilacinus* as being most effective. **Biological Control**, v. 92, p. 31-37, 2016.

JAMAL, W.; LEE, Y. S.; JEON, H. D.; PARK, Y. S.; KIM, K. Y. Isolation and Biocontrol Potential of *Bacillus amyloliquefaciens* Y1 against Fungal Plant Pathogens. **Korean Journal Soil Science and Fertility**, v. 48, n. 5, p. 485-49, 2015.

KANCHISWAMY, C. N.; MALNOY, M.; MAFFEI, M. E. Bioprospecting bacterial and fungal volatiles for sustainable agriculture. **Trends in Plant Science**, v. 20, n. 4, p. 206-211, 2015.

KIMATI, H. Controle químico. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. (ed). **Manual de fitopatologia**. São Paulo: Ceres, 2011. p. 343-366.

LAMOVSĚK, J.; UREK, G.; TRDAN, S. Biological Control of Root-Knot Nematodes (*Meloidogyne* spp.): Microbes against the Pests. **Acta Agriculturae Slovenica**, v. 101, n. 2, p. 263-275, 2013.

LLÁCER, E.; SANTIAGO-ÁLVAREZ, C.; JACAS, J. A. Could sterile males be used to vector a microbiological control agent? The case of *Rhynchophorus ferrugineus* and *Beauveria bassiana*. **Bulletin of Entomological Research**, v. 103, p. 241-250, 2013.

LOPES, R. B. A indústria no controle biológico: Produção e Comercialização de microrganismos no Brasil. In: MORANDI, M. A. B., BETTIOL, W. (Ed.) **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009, p. 15-28.

LOVATO, B. V. **Ocorrência de *Pasteuria* sp. em *Heterodera glycines* no Brasil e compatibilidade do isolado PN1 de *P. nishizawae* com populações de campo do nematoide**. 2013. 66 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013.

MAHDY, M. E.; MOUSA, E. M.; HEBA Y. AL-SISI. Influence of two *Pasteuria penetrans* isolates at different application type on root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). **Egyptian Journal of Plant Protection**, v. 9, n. 2, p. 11-20, 2014.

- MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Mapa registra 16 novas marcas de agrotóxicos biológicos. 2013. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/comunicacao/noticias/2013/03/mapa-registra-16-novas-marcas-de-agrotoxicos-biologicos>>; Acesso 10 set. 2016.
- MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Governo prioriza uso e registro de produtos biológicos. 2014. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/noticias/2014/03/governo-prioriza-uso-e-registro-de-produtos-biologicos>>; Acesso 10 set. 2016.
- MATOS, A. K. V. de. Revolução verde, biotecnologia e tecnologias alternativas. **Cadernos da FUCAMP**, v. 10, n. 12, p. 1-17. 2010.
- MORANDI, M. A. B., BETTIOL, W. Controle biológico de doenças de plantas no Brasil. In: MORANDI, M. A. B., BETTIOL, W. (Ed.) **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009, p. 7-14.
- MUKGTAR, T.; HUSSAIN, M. A.; KAYANI, M. Z. Biocontrol potential of *Pasteuria penetrans*, *Pochonia chlamydosporia*, *Paecilomyces lilacinus* and *Trichoderma harzianum* against *Meloidogyne incognita* in okra. **Phytopathologia Mediterranea**, v. 52, v. 1, p. 66-76, 2013.
- NAING, K. W.; NGUYEN, X. H.; ANEES, M.; LEE, Y. S.; KIM, Y. C.; KIM, S. J.; KIM, M. H.; KIM, Y. H.; KIM, K. Y. Biocontrol of *Fusarium* wilt disease in tomato by *Paenibacillus ehimensis* KWN38. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 31, p. 165–174, 2015.
- NIU, B.; VAFER, J.; RUECKERT, C.; BLOM, J.; LEHMANN, M.; RU, J.-J.; CHEN, X-H.; WANG, Q.; BORRISS, R. Polymyxin P is the active principle in suppressing phytopathogenic *Erwinia* spp. by the biocontrol rhizobacterium *Paenibacillus polymyxa* M-1. **BMC Microbiology**, v.13, pp.137, 2013.
- NOEL, G. R.; ATIBALENTJA, N.; BAUER, S. J. Suppression of *Heterodera glycines* in a soybean field artificially infested with *Pasteuria nishizawa*. **Nematropica**, v. 20, p. 41-52, 2010.
- NUGROHO, T. T. **Versatile plant protection biocontrol of fungi: Biochemistry and biotechnology potential in agriculture, industry and health**. Prosiding Seminar UKM-UNRI Ke-4. Bangi, Selangor, Malaysia: Fakulti Sains dan Teknologi Universiti Kebangsaan Malaysia, Malaysia, 2006. p. 1-13.
- OLIVEIRA, A. S.; CAMPOS, V. P.; SILVA, J. R. C.; OLIVEIRA, M. S.; SOUZA, R. M. Efeito de bactérias endofíticas sobre *Meloidogyne javanica* e métodos de inoculação em tomateiro. **Nematologia Brasileira**, v. 33, 2009. p. 45-53.
- OOSTENDORP, M.; SIKORA, R. A. In-vitro interrelationships between rhizosphere bacteria and *Heterodera schachtlii*. **Revue Nématologie**, v. 13, p. 269-274, 1990.
- OZBAY, N.; NEWMAN, S. E. Biological control with *Trichoderma* spp. with emphasis on *T. harzianum*. **Pakistan Journal of Biological Science**, v. 7, p. 478-484, 2004.
- PALMA-SANTOS, M.G.; PÉREZ-MALUF, R. Comunidade de parasitóides associada à cultura do café em Piatã, Chapada Diamantina, BA. **Revista Ceres**, v. 57, p. 194-197, 2010.
- PIETROWSKI, V.; RHEINHEIMER, A. R. **Controle biológico de insetos**. Marechal Cândido Rondon: EDUNIOESTE, 2013, 78p.
- POLLI, A.; NEVES, A. F.; GALO, F. R.; GAZARINI, J.; RHODEN, S. A.; PAMPHILE, J. A. Aspectos da interação dos microrganismos endofíticos com plantas hospedeiras e sua aplicação no controle biológico de pragas na agricultura. **Revista de Saúde e Biologia**, v. 7, p. 82-89, 2012.
- PRAÇA, L. B.; BATISTA, A. C.; MARTINS, E. S.; SIQUEIRA, C. B.; DIAS, D. G. S; GOMES, A. C. M. M.; FALCÃO, R.; MONNERAT, R. G. *Bacillus thuringiensis* strains effective against insects of

Lepidoptera, Coleoptera and Diptera orders. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p. 11-16, 2004.

PRASANNA, R.; BABU, S.; BIDYARANI, N. ; KUMAR, A.; TRIVENI, S.; MONGA, D.; MUKHERJEE, A. K.; KRANTHI, S.; GOKTE-NARKHEDKAR, N. ; ADAK, A.; YADAV, K.; NAIN, L.; SAXENA, A. K. Prospecting cyanobacteria-fortified composts as plant growth promoting and biocontrol agents in cotton. **Experimental Agriculture**, v. 51, n. 1, p. 42–65, 2015.

PUNJA, Z. K.; RODRIGUEZ. G.; TIRAJOH, A. Effects of *Bacillus subtilis* strain QST 713 and storage temperatures on post-harvest disease development on greenhouse tomatoes. **Crop Protection**, v. 84, p. 98-104, 2016.

SANTHANAM, R.; LUU, V. T.; WEINHOLD, A.; GOLDBERG, J.; OH, Y.; BALDWIN, I. E. Native root-associated bacteria rescue a plant from a sudden-wilt disease that emerged during continuous cropping. **PNAS PWS: Ecology**, v. 25, p. E5013–E5020, 2015.

SAPUTRA, H.; PUSPITA, F.; NUGROHO, T.T. Production of an antibacterial compound against the plant pathogen *Erwinia carotovora* subs. *carotovora* by the biocontrol strain *Gliocladium* sp. T.N. C73. **Journal of Agricultural Technology**, v. 9, n. 5, p. 1157-1165, 2013.

SARMENTO, R. A.; LEMOS, F.; DIAS, C. R.; PALLINI, A.; VENZON, M. Infoquímicos induzidos por herbivoria mediando a comunicação entre plantas de tomate e o predador *Cycloneda sanguinea* (Coleoptera: Coccinellidae). **Revista Ceres**, Viçosa, v. 55, p. 439-444, 2008.

SILVA, R. B.; CRUZ, I.; PENTEADO-DIAS, A. M. First report of *Dolichozele koebelei* Viereck, 1911 (Hymenoptera: Braconidae) on larvae of *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) in maize (*Zea mays* L.) under different cropping systems. **Brazilian Journal Biology**, v. 74, p. s218-s222, 2014.

SOTOYAMA, K.; AKUTSU, K.; NAKAJUMA, M. Biological control of *Fusarium* wilt by *Bacillus amyloliquefaciens* IUMC7 isolated from mushroom compost. **Journal of General Plant Pathology**, 2015. 5p.

SMAIL, A.B.; ABDERRAHMAN, O.; ABDESSALEM, T. Evaluation of biological control agent *Pantoea agglomerans* P10c against fire blight in Morocco. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 18, p. 1661-1667, 2016.

SUEKANE, R.; DEGRANDE, P. E.; MELO, E.P. ; BERTONCELLO, T.F.; LIMA JUNIOR, I. DOS S. DE; KODAMA, C.; Damage level of the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) in soybeans. **Revista Ceres**, v. 59, n. 1, p. 77-81, 2012.

VAGELAS, I.; GOWEN, S. R. Control of *Fusarium oxysporum* and root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) with *Pseudomonas oryzihabitans*. **Pakistan Journal of Phytopathology**, v. 24, n. 1, p. 32-38, 2012.

VAN LOON, L. C.; BAKKER, P. A. H. M.; PIETERSE, C. M. J. Systemic resistance induced by rhizosphere bacteria. **Annual Review Phytopathology**, v. 36, p. 453-483. 1998.

VERMA, J. P. ; YADAV, J.; TIWARI, K. N. ; KUMAR, A. Effect of indigenous *Mesorhizobium* spp. and plant growth promoting rhizobacteria on yields and nutrients uptake of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under sustainable agriculture. **Ecological Engineering**, v. 51, 2013. p. 282-286.

VICENTE, C.B. Ocorrência de *Pasteuria nishizawae* em áreas de soja e controle de Heterodera glycines em casa de vegetação. 2014. 50 f. **Tese** (Doutorado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2014.

WU, S.; GAO, Y.; ZHANG, Y.; WANG, E.; XU, X.; LEI, Z. An Entomopathogenic Strain of *Beauveria bassiana* against *Frankliniella occidentalis* with no Detrimental Effect on the Predatory Mite

Neoseiulus barkeri: Evidence from Laboratory Bioassay and Scanning Electron Microscopic Observation. **Plos One**, v. 9, p. 1-7, 2014.

ZAMBIAZZI, E. V.; CORASSA, J. N.; GUILHERME, S. R.; BONALDO, S. M. Controle biológico in-vitro do percevejo-marrom (*Euschistus heros*) com *Beauveria bassiana*. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 5, p. 43-48, 2011.

ZAMIOUDIS, C.; PIETERSE, C. M. J. Modulation of Host Immunity by Beneficial Microbes. **Molecular Plant-Microbe Interactions**, v. 25, n. 2, p. 139–150, 2012.

ZERBINI JR, F. M.; CARVALHO, M. G.; ZAMBOLIM, E. M. **Introdução a virologia vegetal**. Viçosa: UFV, 2002. 145p. (Caderno didático, 87).

ANEXO I

Produtos com registro ADAPAR-PR

		Inseticidas biológicos			
Marca Comercial	Situação Agrotóxico	Classificação Toxicológica	Registro empresa	Princípio ativo	Modo de ação
Agree®	Liberado	II - Altamente Tóxico	Bio Controle - Métodos de Controle de Pragas Ltda.	<i>Bacillus thuringiensis aizawai</i> GC-91	Ingestão
Armigen®	Liberado	III - Medianamente Tóxico	Nufarm do Brasil Ltda.	VPN-HzSNPV (<i>Baculovirus</i>)	Ingestão
Bac-Control EC®	Liberado	I - Extremamente Tóxico	Vectorcontrol Ind. e Com. de Prod. Agropec. Ltda.	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Microbiológico
Bac-Control WP®	Liberado com Restrição de Uso	IV - Pouco Tóxico	Vectorcontrol Ind. e Com. de Prod. Agropec. Ltda.	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Ingestão
Baculovirus Soja WP®	Liberado	IV - Pouco Tóxico	Bosquiroli & Santos Ltda.	<i>Baculovirus Anticarsia</i>	Contato
Ballvérit®	Liberado	IV - Pouco Tóxico	Ballagro Agro Tecnologia Ltda.	<i>Beauveria bassiana</i>	Contato
Bovemax EC®	Liberado	IV - Pouco Tóxico	Novozymes BioAg Produtos para Agricultura Ltda.	<i>Beauveria bassiana</i>	Contato
Boveril WP PL 63®	Liberado	III - Medianamente Tóxico	Koppert DO Brasil Sistemas Biológicos Ltda.	<i>Beauveria bassiana</i>	Microbiológico
Costar®	Liberado	I - Extremamente Tóxico	Iharabras S.A. Industrias Quimicas	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Ingestão
Dipel WG®	Liberado com Restrição de Uso	II - Altamente Tóxico	Sumitomo Chemical do Brasil Representações Ltda.	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Microbiológico
Diplo mata®	Liberado	I - Extremamente Tóxico	Koppert do Brasil Holding Ltda.	Baculovirus (HearNPV)	Microbiológico
Gemstar®	Liberado	I - Extremamente Tóxico	Bio Controle - Métodos de Controle de Pragas Ltda.	VPN-HzSNPV (<i>Baculovirus</i>)	Ingestão
Helicovex®	Liberado	I - Extremamente Tóxico	FMC Quimica do Brasil Ltda	<i>Baculovirus</i> (HearNPV)	Microbiológico

Helymax EC®	Liberado	I - Extremamente Tóxico	Vectorcontrol Ind. e Com. de Prod. Agropec. Ltda.	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Microbiológico
Helymax WP®	Liberado	I - Extremamente Tóxico	Vectorcontrol Ind. e Com. de Prod. Agropec. Ltda.	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Microbiológico
HZ-NPV CCAB®	Liberado	III - Medianamente Tóxico	CCAB Agro S.A.	VPN-HZSNPV (<i>Baculovirus</i>)	Ingestão
Metiê®	Liberado	IV - Pouco Tóxico	Bullagro Agro Tecnologia Ltda.	<i>Metarhizium anisopliae</i> IBCB 425	Contato
Spyder EC®	Liberado	I - Extremamente Tóxico	Vectorcontrol Ind. e Com. de Prod. Agropec. Ltda.	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Microbiológico
Tarik WP®	Liberado	I - Extremamente Tóxico	Vectorcontrol Ind. e Com. de Prod. Agropec. Ltda.	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Microbiológico
Thuricide SC®	Liberado	I - Extremamente Tóxico	Mitsui Brasileira Importação e Exportação S. A.	<i>Bacillus thuringiensis</i> subspécie kurstaki cepa SA-12	Microbiológico
Winner Max EC®	Liberado	I - Extremamente Tóxico	Vectorcontrol Ind. e Com. de Prod. Agropec. Ltda.	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Microbiológico
Winner Max WP®	Liberado	I - Extremamente Tóxico	Vectorcontrol Ind. e Com. de Prod. Agropec. Ltda.	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Microbiológico
Xentari®	Liberado com Restrição de Uso	II - Altamente Tóxico	Sumitomo Chemical do Brasil Representações Ltda	<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp aizawai	Ingestão
Baculovirus Nítral®	Liberado	IV - Pouco Tóxico	Nítral Urbana Laboratórios Ltda	<i>Baculovirus Anticarsis</i>	Ingestão
Baúic®	Liberado	I - Extremamente Tóxico	Baúf S.A.	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Ingestão
Best HD®	Liberado	I - Extremamente Tóxico	Laboratório de Bio Controle Farroupilha Ltda.	<i>Bacillus thuringiensis</i> var. kurstaki cepa HD-1	Microbiológico

Bi Control®	Liberado	I - Extremamente Tóxico	Simbiose Indústria e Comércio de Fertilizantes e Insumos Microbiológicos Ltda.	<i>Bacillus thuringiensis</i> var. kurstaki cepa HD-1	Ingestão
Dipel®	Liberado	IV - Pouco Tóxico	Sunitomo Chemical do Brasil Representações Ltda	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Ingestão
Dipel WP®	Liberado	II - Altamente Tóxico	Sunitomo Chemical do Brasil Representações Ltda	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Ingestão
Javelan WG®	Liberado	I - Extremamente Tóxico	Mitsui Brasileira Importação e Exportação S. A.	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Ingestão
Thuricide®	Liberado	IV - Pouco Tóxico	Bio Controle - Métodos de Controle de Pragas Ltda	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Ingestão
Marca Comercial	Situação Agrotóxico	Classificação Toxicológica	Registro empresa	Princípio ativo	Modo de ação
Hopper®	Liberado	Não Classificado	Koppert do Brasil Holding Ltda.	<i>Trichogramma gallii</i>	Endoparasitóide de ovo
Marca Comercial	Situação Agrotóxico	Classificação Toxicológica	Registro empresa	Princípio ativo	Modo de ação
Nemat®	Liberado	IV - Pouco Tóxico	Ballagro Agro Tecnologia Ltda.	<i>Poocylomyces liliacinus</i>	Contato
Marca Comercial	Situação Agrotóxico	Classificação Toxicológica	Registro empresa	Princípio ativo	Modo de ação
Serenade®	Liberado	III - Medianamente Tóxico	Bayer S.A.	<i>Bacillus subtilis</i>	Microbiológico
Marca Comercial	Situação Agrotóxico	Classificação Toxicológica	Registro empresa	Princípio ativo	Modo de ação
Ecotrich WP®	Liberado	IV - Pouco Tóxico	Ballagro Agro Tecnologia Ltda.	<i>Trichoderma atroviride</i>	Microbiológico
Quality®	Liberado	III - Medianamente Tóxico	Laboratório de Bio Controle Farcouplho Ltda.	<i>Trichoderma asperellum</i>	Microbiológico

Serenade®	Liberado	III - Medianamente Tóxico	Bayer S.A.	<i>Bacillus subtilis</i>	Microbiológico
Sonata®	Liberado	III - Medianamente Tóxico	Bayer S.A.	<i>Bacillus pasteurii</i> linhagem QST 2808	Microbiológico
Trichoderma EC®	Liberado	IV - Pouco Tóxico	Novozymes BioAg Produtos para Agricultura Ltda.	<i>Trichoderma asperellum</i>	Microbiológico
Trichoderma SC 1306®	Liberado	III - Medianamente Tóxico	Koppert do Brasil Sisasnas Biológicos Ltda.	<i>Trichoderma harzianum</i> cepa ESALQ-1306	Microbiológico

Fonte: (ADAPAR, 2016)

Produtos biológicos registrados no AGROFIT

Acaricida biológico					
Marca Comercial	Situação Agrotóxico	Classificação Toxicológica	Registro empresa	Princípio ativo	Modo de ação
Beauve Control®	Registrado	IV - Pouco Tóxico	Simbiose Indústria e Comércio de Fertilizantes e Insumos Microbiológicos Ltda.	<i>Beauveria bassiana</i>	Inseticida Microbiológico
Beauveria JCO®	Registrado	IV - Pouco Tóxico	JCO Indústria e Comércio de Fertilizantes Ltda.	<i>Beauveria bassiana</i>	Inseticida Microbiológico
Agente biológico de controle					
Marca Comercial	Situação Agrotóxico	Classificação Toxicológica	Registro empresa	Princípio ativo	Modo de ação
Bionésia®	Registrado	Não determinado devido à natureza do produto	Biotech Controle Biológico Ltda.	<i>Cotesia flavipes</i> (Cameron, 1891)	Endoparasitismo de praga agrícola.
Cotesia - Control®	Registrado	Não determinado devido à natureza do produto	Wilson Barbosa de Oliveira - ME	<i>Cotesia flavipes</i> (Cameron, 1891)	Vespa endoparasitóides
Cotésia Biocana®	Registrado	Não determinado devido à natureza do produto	Braz e Costa Produtos Biológicos Ltda - Pontal	<i>Cotesia flavipes</i> (Cameron, 1891)	Agente Biológico de Controle
Cotesia Cetma®	Registrado	Não determinado devido à natureza do produto	Cetma - Comércio de Agentes para Controle Biológico Ltda	<i>Cotesia flavipes</i> (Cameron, 1891)	Inimigo natural
Cotésia Fitogro®	Registrado	Não determinado devido à natureza do produto	Fitoagro Controle Biológico Ltda	<i>Cotesia flavipes</i> (Cameron, 1891)	Endoparasitismo de praga agrícola
Cotesia Flavípes Paraguaçu®	Registrado	Não determinado devido à natureza do produto	Laboratório de Entomologia Paraguaçu Ltda - ME	<i>Cotesia flavipes</i> (Cameron, 1891)	Endoparasitismo de praga agrícola
Cotésia TP®	Registrado	Não determinado devido à natureza do produto	E. Takashi Fudo - ME	<i>Cotesia flavipes</i> (Cameron, 1891)	Agente Biológico de Controle
Cotezen®	Registrado	Não determinado devido à natureza do produto	Raizen Energia S.A. - Filial Barra	<i>Cotesia flavipes</i> (Cameron, 1891)	Endoparasitóide

Feican®	Registrado	Não determinado devido à natureza do produto	Fiscan Criação de Animais para Controle Biológico Ltda - EPP	<i>Cotesia flavipes</i> (Cameron, 1891)	Endoparasitismo de praga agrícola
Hopper®	Registrado	Não determinado devido à natureza do produto	Koppert do Brasil Holding Ltda.	<i>Trichogramma gallii</i>	Parasita
Inseto Estéril Mosamed®	Registrado	Não determinado devido à natureza do produto	Biofabrlica Mosamed Brasil - Biomoscamed PROMIP - Comercio, Pesquisas e Desenvolvimento de Agentes Biologicos Ltda	Pupa estéril de macho de <i>Ceratitis capitata</i> (Inhagem Is)	Agente biológico de controle (inseto estéril)
Macromip Max®	Registrado	Não determinado devido à natureza do produto	PROMIP - Comercio, Pesquisas e Desenvolvimento de Agentes Biologicos Ltda	<i>Phytoseiulus macropipus</i>	Predação
Neomip®	Registrado	Não determinado devido à natureza do produto	PROMIP - Comercio, Pesquisas e Desenvolvimento de Agentes Biologicos Ltda	<i>Nesoseiulus californicus</i> (McGregor)	Agente Biológico de Controle
Neomip Max®	Registrado	Não determinado devido à natureza do produto	PROMIP - Comercio, Pesquisas e Desenvolvimento de Agentes Biologicos Ltda	<i>Nesoseiulus californicus</i> (McGregor)	Predação.
Spical®	Registrado	Não determinado devido à natureza do produto	Koppert do Brasil Holding Ltda. PROMIP - Comercio, Pesquisas e Desenvolvimento de Agentes Biologicos Ltda	<i>Nesoseiulus californicus</i> (McGregor)	Agente Biológico de Controle
Trichomip-G®	Registrado	Não determinado devido à natureza do produto	PROMIP - Comercio, Pesquisas e Desenvolvimento de Agentes Biologicos Ltda	<i>Trichogramma gallii</i>	Agente Biológico de Controle
Trichomip-P®	Registrado	Não determinado devido à natureza do produto	PROMIP - Comercio, Pesquisas e Desenvolvimento de Agentes Biologicos Ltda	<i>Trichogramma pretiosum</i>	Endoparasitismo de ovo
Tricho-Strip P®	Registrado	Não determinado devido à natureza do produto	Koppert do Brasil Holding Ltda.	<i>Trichogramma pretiosum</i>	Endoparasitismo de praga agrícola
Bactericida					
Marca Comercial	Situação Agrotóxica	Classificação Toxicológica	Registro empresa	Princípio ativo	Modo de ação
Serenade®	Registrado	III - Medianamente Tóxico	Bayer S.A. São Paulo/ SP	<i>Bacillus subtilis</i> Inhagem QST 713	Contato

Fungicida biológico

Marca Comercial	Situação Agrotóxico	Classificação Toxicológica	Registro empresa	Princípio ativo	Modo de ação
Serenade®	Registrado	III - Medianamente Tóxico	Bayer S.A. São Paulo/ SP	<i>Bacillus subtilis</i> linhagem QST 713	Contato
Tricovab®	Registrado	IV - Pouco Tóxico	CEPLAC - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento	<i>Trichoderma stramineum</i>	
Trichoderma I SC 1306®	Registrado	III - Medianamente Tóxico	Koppert do Brasil Sistemas Biológicos Ltda	<i>Trichoderma harzianum</i>	Fungicida

Fungicida microbológico

Marca Comercial	Situação Agrotóxico	Classificação Toxicológica	Registro empresa	Princípio ativo	Modo de ação
Afla-Guard®	Registrado	IV - Pouco Tóxico	Biosphere Indústria e Comércio de Insumos Agrícolas Ltda	<i>Aspergillus flavus</i> NRRL 21882	Fungicida microbológico
Ecotrich WP®	Registrado	IV - Pouco Tóxico	Hallagro Agro Tecnologia Ltda.	<i>Trichoderma harzianum</i>	De contato
Produtor®	Registrado	III - Medianamente Tóxico	Ballagro Agro Tecnologia Ltda. Laboratório de Biocontrole Fumoupalha Ltda.	<i>Trichoderma harzianum</i>	Contato,
Quality®	Registrado	III - Medianamente Tóxico	BAYER S.A. São Paulo/ SP	<i>Trichoderma asperellum</i>	Contato
Somata®	Registrado	III - Medianamente Tóxico	Novozymes BioAg Produtos para Agricultura Ltda	<i>Bacillus pumilus</i>	Contato
Trichodermax EC®	Registrado	IV - Pouco Tóxico		<i>Trichoderma asperellum</i>	Contato

Inseticida biológico

Marca Comercial	Situação Agrotóxico	Classificação Toxicológica	Registro empresa	Princípio ativo	Modo de ação
Able®	Registrado	III - Medianamente Tóxico	Sipcam Nichimo Brasil S.A. - Uberaba/MG	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Ingestão
Able OP®	Registrado	I - Extremamente Tóxico	Sipcam Nichimo Brasil S.A. - Uberaba/MG	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Ingestão
Agree®	Registrado	III - Medianamente Tóxico	Bio Controle - Métodos de Controle de Pragas Ltda.	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Ingestão

Bac-Control EC®	Registrado	I - Extremamente Tóxico	Vectorcontrol Industria e Comercio de Produtos Agropecuários Ltda.	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Ingestão
Bac-Control WP®	Registrado	IV - Pouco Tóxico	Vectorcontrol Industria e Comercio de Produtos Agropecuários Ltda.	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Ingestão
Bactur WP®	Registrado	III - Medianamente Tóxico	Adama Brasil S/A - Londrina	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Seletivo de ingestão
Baculo-Soja®	Registrado	IV - Pouco Tóxico	Novozymes BioAg Produtos para Agricultura Ltda	<i>Baculovirus anticarsia</i>	Por ingestão
Baculovirus Adama®	Registrado	IV - Pouco Tóxico	Adama Brasil S/A - Londrina	<i>Baculovirus anticarsia</i>	De ingestão
Baculovirus AEE®	Registrado	IV - Pouco Tóxico	Associação dos Empregados da EMBRAPA - AEE/CNPSoja	<i>Baculovirus anticarsia</i>	Ingestão de partículas infectivas e infecção
Bio Nop Steinernema SC®	Registrado	IV - Pouco Tóxico	Bio Controle - Métodos de Controle de Pragas Ltda.	<i>Steinernema paucicentum</i>	Infectivo
Biooco Cotesia®	Registrado	Não determinado devido à natureza do produto	Biooco Casa Produtos Biológicos Ltda - ME	<i>Cotesia flavipes</i> (Cameron, 1891)	Endoparasitismo de praga agrícola
Biovespa®	Registrado	Não determinado devido à natureza do produto	Bioenergia do Brasil S.A.	<i>Cotesia flavipes</i> (Cameron, 1891)	Endoparasitismo de praga agrícola
Bovemax EC®	Registrado	IV - Pouco Tóxico	Novozymes BioAg Produtos para Agricultura Ltda	<i>Beauveria bassiana</i>	Sistêmico de contato
Bovenil WP PL63®	Registrado	III - Medianamente Tóxico	Koppert do Brasil Sistemas Biológicos Ltda	<i>Beauveria bassiana</i>	Outro
Costar®	Registrado	I - Extremamente Tóxico	Iharabras S.A. Indústria Químicas - Sorocaba	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Controle biológico (parasitóide)
Cotesia Agrobio®	Registrado	Não determinado devido à natureza do produto	Tomon Produção de Agentes Biológicos Ltda	<i>Cotesia flavipes</i> (Cameron, 1891)	Endoparasitismo de praga agrícola
Cotésia Auca®	Registrado	I - Extremamente Tóxico	Auca Controle Biológico Ltda-ME	<i>Cotesia flavipes</i> (Cameron, 1891)	Parasitóide
Cotesia Bioamil®	Registrado	Não determinado devido à natureza do produto	Anesia Mendes Cunha ME	<i>Cotesia flavipes</i> (Cameron, 1891)	Parasitóide
Cotesia Biocana CO®	Registrado	Não determinado devido à natureza do produto	Braz e Costa Produtos Biológicos Ltda - Iumbara	<i>Cotesia flavipes</i> (Cameron, 1891)	Endoparasita
Cotesia Biocontrol®	Registrado	Não determinado devido à natureza do produto	Monsolotto Santos e Vicente Casco Ltda EPP	<i>Cotesia flavipes</i> (Cameron, 1891)	Endoparasitismo de praga agrícola

Cotésia BUG®	Registrado	Não determinado devido à natureza do produto	Bug Agentes Biológicos CP2 Ltda - ME	<i>Cotesia flavipes</i> (Cameron, 1891)	Endoparasitismo de praga agrícola
Cotésia Flavípes Bioeffect®	Registrado	Não determinado devido à natureza do produto	Bioeffect Controle Biológico de Pragas Ltda.	<i>Cotesia flavipes</i> (Cameron, 1891)	Endoparasitismo de praga agrícola
Cotésia Flavípes Bioresult®	Registrado	Não determinado devido à natureza do produto	BioResult Comércio de Agentes para Controle Biológico Ltda	<i>Cotesia flavipes</i> (Cameron, 1891)	Endoparasitismo de praga agrícola
Cotésia Flavípes/MCP®	Registrado	Não determinado devido à natureza do produto	MCP Controle Biológico Ltda.	<i>Cotesia flavipes</i> (Cameron, 1891)	Endoparasitismo de praga agrícola
Cotésia Probio®	Registrado	Não determinado devido à natureza do produto	PROBIO- Produtos Biológicos Ltda	<i>Cotesia flavipes</i> (Cameron, 1891)	Endoparasitismo de praga agrícola
Cotésiasplan®	Registrado	Não determinado devido à natureza do produto	Associação de Plantadores de Casa da Paraíba- ASPLAN	<i>Cotesia flavipes</i> (Cameron, 1891)	Endoparasitismo de praga agrícola
Dipel®	Registrado	IV - Pouco Tóxico	Sumitomo Chemical do Brasil Representações Ltda.	<i>Bacillus thuringiensis</i>	De ingestão
Dipel WG®	Registrado	II - Altamente Tóxico	Sumitomo Chemical do Brasil Representações Ltda	<i>Bacillus thuringiensis</i>	De ingestão
Dipel WP®	Registrado	II - Altamente Tóxico	Sumitomo Chemical do Brasil Representações Ltda	<i>Bacillus thuringiensis</i>	De ingestão
Eco Meta®	Registrado	III - Medianamente Tóxico	Toyobo do Brasil Ltda. - Filial Salto	<i>Metarhizium anisopliae</i>	Seletivo e de contato
Hz-NPV Bio CCAB®	Registrado	I - Extremamente Tóxico	CCAB Agro S.A. - São Paulo	<i>Helicoverpa zea nucleopolyhedrovirus - HzSNPV</i>	
MeilhaControl®	Registrado	IV - Pouco Tóxico	Simbiose Indústria e Comércio de Fertilizantes e Insumos Microbiológicos Ltda.	<i>Metarhizium anisopliae</i>	Contato
Stratimijp®	Registrado	Não determinado devido à natureza do produto	PROMIP - Comercio, Pesquisas e Desenvolvimento de Agentes Biológicos Ltda	<i>Serratia faecalis scintillus</i>	Agente biológico de controle
Thuricide®	Registrado	IV - Pouco Tóxico	Bio Controle - Métodos de Controle de Pragas Ltda.	<i>Bacillus thuringiensis</i>	De ingestão
Thuricide SC®	Registrado	I - Extremamente Tóxico	Mitsui & Co (Brasil) S.A.	<i>Bacillus thuringiensis</i>	De ingestão
Trichobug®	Registrado	IV - Pouco Tóxico	Bug Agentes Biológicos CP2 Ltda - ME	<i>Trichogramma gallii</i>	Parasitoides
Tricho-gallio BUG®	Registrado	Não determinado devido à natureza do produto	Bug Agentes Biológicos CP2 Ltda - ME	<i>Trichogramma gallii</i>	Parasitismo

Tricho-Pre BUG®	Registrado	Não determinado devido à natureza do produto	Bay Agente Biológicos CP2 Ltda - ME	<i>Trichogramma pretiosum</i>	Parasitismo
Tricho-Strip G®	Registrado	Não determinado devido à natureza do produto	Biotech Controle Biológico Ltda.	<i>Trichogramma gallii</i>	Endoparasitismo de praga agrícola.
Verpavex®	Registrado	IV - Pouco Tóxico	Prophyto Comercio e Servicos Ltda.	<i>Baculovirus anticarsaria</i>	Contato, ingestão
Xentari®	Registrado	II - Altamente Tóxico	Sumitomo Chemical do Brasil Representações Ltda.	<i>Bacillus thuringiensis</i>	De ingestão
Inseticida microbiológico					
Marca Comercial	Situação	Classificação Toxicológica	Registro empresa	Princípio ativo	Modo de ação
Baculovirus Álamo®	Registrado	IV - Pouco Tóxico	Besquirati & Santos Ltda.	<i>Condyloveretiza vestigiata</i>	
Baculovirus Soja WP®	Registrado	IV - Pouco Tóxico	Besquirati & Santos Ltda.	Nucleopolychydovirus	
Bailvéria®	Registrado	IV - Pouco Tóxico	Baillagro Agro Tecnológica Ltda.	<i>Baculovirus anticarsaria</i>	Ingestão
BeauveControl®	Registrado	IV - Pouco Tóxico	Simbiose Industria e Comercio de Fertilizantes e Insumos Microbiológicos Ltda.	<i>Beauveria bassiana</i>	De contato
Beauveria JCO®	Registrado	IV - Pouco Tóxico	JCO Indústria e Comercio de Fertilizantes Ltda.	<i>Beauveria bassiana</i>	De contato
Biometha GR Plus®	Registrado	IV - Pouco Tóxico	Biotech Controle Biológico Ltda.	<i>Metarhizium anisopliae</i>	Contato
Biorhizium GR®	Registrado	IV - Pouco Tóxico	Bioenergia do Brasil S.A.	<i>Metarhizium anisopliae</i>	Contato/ Seletivo
Biorhizium WP®	Registrado	IV - Pouco Tóxico	Bioenergia do Brasil S.A.	<i>Metarhizium anisopliae</i>	Contato/ Seletivo
Bouveriz WP®	Registrado	IV - Pouco Tóxico	Biocontrol Sistema de Controle Biológico Ltda (Matriz)	<i>Beauveria bassiana</i>	Contato
Bovebio®	Registrado	IV - Pouco Tóxico	Biofingi Ind. e Com. de Def. Biológicos e Inoculantes Ltda.	<i>Beauveria bassiana</i>	Contato/ Parasitismo e antibiose
BTCcontrol®	Registrado	IV - Pouco Tóxico	Simbiose Industria e Comercio de Fertilizantes e Insumos Microbiológicos Ltda.	<i>Bacillus thuringiensis</i>	

Granada®	Registrado	IV - Pouco Tóxico	Laboratório de Biocontrole Farroupilha Ltda.	<i>Beauveria bassiana</i>	Contato
Grasp Baculovirus®	Registrado	IV - Pouco Tóxico	Agrocete Indústria de Fertilizantes Ltda	<i>Baculovirus omissaria</i>	Ingestão de partículas infectivas/infecção
Helicovex®	Registrado	IV - Pouco Tóxico	FMC Química do Brasil Ltda - Uberaba/MG Comercio	<i>Helicoverpa zea nucleopolyhedrovirus - HzSNPV</i>	
Metabio®	Registrado	IV - Pouco Tóxico	Biolangi Ind. e Com. de Def. Biológicos e Inoculantes Ltda.	<i>Metarhizium anisopliae</i>	Contato Seletivo
Metamax líquido®	Registrado	I - Extremamente Tóxico	Bio Soja Indústrias Químicas e Biológicas Ltda.	<i>Metarhizium anisopliae</i>	De contato e seletivo.
Metarfluo®	Registrado	IV - Pouco Tóxico	Fitoagro Controle Biológico Ltda	<i>Metarhizium anisopliae</i>	
Metarhizen®	Registrado	IV - Pouco Tóxico	Raizen Energia S.A - Filial Barra	<i>Metarhizium anisopliae</i>	Agente microbiológico
Metarhizen WP®	Registrado	IV - Pouco Tóxico	Raizen Energia S.A - Filial Barra	<i>Metarhizium anisopliae</i>	Agente microbiológico
Metarhizium JCO®	Registrado	IV - Pouco Tóxico	JCO Indústria e Comércio de Fertilizantes Ltda.	<i>Metarhizium anisopliae</i>	Agente microbiológico
Metarplan®	Registrado	IV - Pouco Tóxico	Associação de Plantadores de Cama da Paraíba - ASPLAN	<i>Metarhizium anisopliae</i>	Contato/ Seletivo
Metarriz GR	Registrado	IV - Pouco Tóxico	Biocontrol Sistema de Controle Biológico Ltda (Matriz)	<i>Metarhizium anisopliae</i>	Contato
Biocontrol®	Registrado	IV - Pouco Tóxico	Biocontrol Sistema de Controle Biológico Ltda (Matriz)	<i>Metarhizium anisopliae</i>	Contato
Metariz Plus WP®	Registrado	IV - Pouco Tóxico	Novozymes BioAg Produtos para Agricultura Ltda	<i>Metarhizium anisopliae</i>	Contato
Methumax EC®	Registrado	IV - Pouco Tóxico	Ballaagro Agro Tecnologia Ltda.	<i>Metarhizium anisopliae</i>	Contato
Metie®	Registrado	IV - Pouco Tóxico	Bibek Biotecnologia Ltda.	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Inseticida microbiológico
Ponto Final®	Registrado	I - Extremamente Tóxico			

Nematocida microbiológico

Marca Comercial	Situação Agronômica	Classificação Toxicológica	Registro empresa	Princípio ativo	Modo de ação
Nemat®	Registrado	IV - Pouco Tóxico	Ballaagro Agro Tecnologia Ltda.	<i>Poecilomyces lilacinus</i>	Contato

Fonte: (AGROFIT, 2016)

Capítulo 9

Produtos fitossanitários não biológicos disponíveis e potenciais para agricultura

Edilaine Della Valentina Gonçalves-Trevisoli

Omari Dangelo Forlin Dildey

Bruna Broti Rissato

Sidiane Coltro-Roncato

Laline Broetto

Tulya Fernanda Barrientos Webler

Odair José Kuhn

José Renato Stangarlin

Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, CEP 85960-000, Marechal Cândido Rondon, Paraná.

Introdução

Dentro de uma agricultura moderna, um dos aspectos relevantes é equacionar os danos causados por fitopatógenos, cujas culturas são acometidas. O aumento da incidência de doenças em plantas cresce cada vez mais entre os anos de cultivo, condição está associada a sucessão de culturas, aumento das áreas exploradas (HENNING, 2009) e a ausência de boas práticas de manejo nas áreas.

As dificuldades encontradas no controle de patógenos nas áreas é dependente da ampla gama de hospedeiros suscetíveis, da capacidade de competição saprofítica e do potencial de sobrevivência, mesmo na ausência de seu hospedeiro, que certos organismos patogênicos apresentam. Assim o controle mais efetivo está baseado em um programa de controle integrado, os quais podem ser adotados nas mais diversas culturas (ZAMBOLIM et al., 2000; BOTELHO, 2011).

Entre as medidas, que podem ser empregadas, destaca-se o controle químico tradicional, e que embora seja um método muito utilizado e até mesmo efetivo no controle das doenças em plantas, o seu uso contínuo culmina em problemas ao ambiente, a saúde humana e animal (BONALDO et al., 2004; OLIVEIRA; NASCIMENTO, 2009) devido a contaminação do solo, água, alimentos (MORANDI; BETTIOL, 2009), além de contribuir para a seleção de raças resistentes de patógenos (GHINI; KIMATI, 2000) e reduzir a população de organismos benéficos (MORANDI; BETTIOL, 2009).

Para tanto, várias são as pesquisas as quais foram desenvolvidas na busca por medidas alternativas de proteção das plantas contra doenças (MOREIRA et al., 2002), cujo objetivo é desenvolver práticas que sejam menos agressivas ao homem e ao ambiente (TREVISAN et al., 2006; BONALDO et al., 2004) mediante a indução de mecanismos de defesa vegetal. Assim sendo, o uso de produtos fitossanitários registrados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e os potenciais, que embora não sejam produtos comerciais, mas que expressam capacidade indutora de resistência nas plantas, podem estar sendo inseridos como alternativas ao controle químico. Isso deve-se ao fato de que certas substâncias induzem as plantas a respostas morfológicas, fisiológicas e bioquímicas que podem atrasar o processo infeccioso e o progresso da doença (AGRIOS, 2005).

O crescente interesse por métodos alternativos de controle de doenças está atrelado aos benefícios ambientais e econômicos (SILVA et al., 2014), cujas substâncias podem apresentar efeitos sobre vários organismos patogênicos, além das alterações fisiológicas nas plantas que induzem a sua resistência, via síntese de enzimas, fitoalexinas e lignificação (STANGARLIN et al., 1999; SCHWAN-ESTRADA; STANGARLIN, 2005).

As plantas são capazes de reconhecer moléculas, chamadas de eliciadores, como os carboidratos, proteínas, enzimas, lipídios, glicoproteínas, polipeptídeos (PASCHOLATI, 2011) oligossacarídeos, oligopeptídeos e ácidos graxos (STANGARLIN et al., 1999). Desta maneira, o aumento da capacidade da planta em expressar suas respostas de defesa contra agentes patogênicos consiste do tratamento com eliciadores (ZANARDO et al., 2009) entre eles, aqueles de origem abiótica, moléculas orgânicas que atuam como ativador químico de resistência (RESENDE et al., 2007). No mercado, existem indutores de resistência disponíveis sendo comercializados, entre eles Bion® (acibenzolar-S-metil, ASM: ácido benzo (1, 2, 3) tiadiazol-7-carbotióico) (REIGNAULT, WALERS, 2007), Messenger® (formulado a base da proteína harpina da bactéria *Erwinia amylovora*), Elexa® (derivado de quitina e quitosana) (ATHAYDE SOBRINHO et al., 2005) e Agro-Mos® (produto comercial constituído de mananoligossacarídeo fosforilados derivados da parede celular de *Sacharomyces cerevisiae* (DI PIERO et al., 2005).

Trabalhos recentes têm demonstrado também a importância dos eliciadores exógenos, os quais são produzidos ou liberados pelos patógenos, como os fragmentos de parede celular que pertencem a diferentes classes químicas como, polímeros de carboidratos, glicoproteínas, oligopeptídeos, lipopolissacarídeos peptídeos, proteínas, lipídios e ácidos graxos (WALTERS et al., 2005; PASCHOLATI, 2011).

Metabólitos secundários, voláteis e não voláteis, produzidos por *Trichoderma* apresentam amplo espectro de ação antimicrobiana (ISAIAS et al., 2014) como azafilonas, butenolides, harzifilones, harzianolides gliotoxinas, gliovirinas, pironas e viridinas, ácido harziânico entre outras (MOHIDDIN et al., 2010; REINO et al., 2008), de modo que, se destacam entre os produtos naturais utilizados para inibir o crescimento de microrganismos (VINALE et al., 2009; AMIN et al., 2010).

Assim como o *Trichoderma*, outros organismos também são alvos de estudo para muitas pesquisas, e para alguns exemplos são as moléculas eliciadoras purificadas de fêmeas de nematoides formadores de galhas (GONÇALVES-TREVISOLI, 2016), purificação de compostos ativos de *Pycnoporus sanguineus* no controle da ferrugem asiática em soja (IURKIV, 2009) e purificações de compostos do extrato de *Saccharomyces cerevisiae* testadas com atividade eliciadora na indução a resistência do pepineiro a *Colletorichum lagenarium* (ZANARDO et al., 2009).

Cabe ainda, mencionar também o uso de extratos de plantas, óleos essenciais obtidos de partes das mesmas, pelas propriedades de alta toxicidade, ação repelente, inibidores da alimentação e influência no desenvolvimento de organismos vivos (SAITO; LUCCHINI, 1998). A identificação de moléculas presentes em extratos aquosos com princípios ativos para a proteção de plantas vêm trazendo resultados promissores, tal como reportado em estudos sobre a purificação de alil isotiocianato presente em folhas de *Crambe abyssinica* (COLTRO-RONCATO et al., 2014) e a toxicidade *in vitro* do extrato aquoso de alecrim (*Rosmarinus officinalis*) no controle de *Meloidogyne incognita* em soja (MÜLLER et al., 2016).

Mediante ao apresentado por vários estudos, considera-se estes um dos enfoques para a otimização de uma agricultura alternativa e sustentável, pela possível substituição ao uso de insumos químicos (KNAAK; FIUZA, 2010). Assim sendo, vale ressaltar que para tais métodos apresentarem maior eficiência em seus resultados, faz se necessário sempre associar-se a um conjunto de práticas de manejo.

Produtos fitossanitários não biológicos disponíveis

Bion®

A ativação dos mecanismos de resistência de uma planta pode ocorrer pela ação de substâncias naturais ou sintéticas, por microrganismos inativados ou por suas estruturas (HAMMERSCHMIDT; DANN 1997).

Entre os agentes abióticos apresentados como indutores de resistência sistêmica, destaca-se o *Bion*® ou acibenzolar-S-metil (ASM), primeiro indutor químico de SAR comercializado por diversos países (LYON; NEWTON, 1997) no controle de fungos, bactérias, vírus e nematoides em várias espécies de plantas (REIGNAULT, WALERS, 2007; INBAR et al., 2001). O acibenzolar-S-metil (ASM), análogo do ácido salicílico é um composto sintético e ativador químico da resistência de plantas a doenças que não apresenta atividade antifúngica direta, a qual é absorvido, translocado sistematicamente pela planta, e que resulta na expressão de genes de defesa da mesma (TÖFOLI; DOMINGUES, 2005).

Testes mostraram que o ASM não apresentou efeito indutor contra *Meloidogyne exigua* em mudas de cafeeiro e que eclosão e mortalidade *in vitro* dos juvenis J2 também não foram influenciadas pelo produto. Todavia os resultados demonstraram que o agente indutor não apresentou efeito tóxico direto sobre o patógeno (SALGADO et al., 2007), critério este adotado para confirmar a real ocorrência da resistência induzida (BONALDO et al., 2005). No que diz a respeito ao tratamento de plantas de soja com ASM, visando o controle de *Heterodera glycines*, estatisticamente não foi registrado diferença significativa sobre a população do patógeno, embora o tratamento tenha promovido a redução do número de fêmeas e do número de cistos (ROCHA et al., 2000).

O tratamento com indutor abiótico, acibenzolar-S-metil, em plantas de tomateiro resultou no aumento da atividade da enzima peroxidase, mas a capacidade deste em controlar as doenças foliares da cultura não foi eficiente, quando aplicado sozinho (ARAUJO; MENEZES, 2009). Para tanto, o amplo espectro que ASM (*Bion*®) apresenta contra várias doenças, o baixo nível de toxicidade e risco de resistência permite que este seja inserido dentro de programas de manejo integrado de doenças em plantas, pela ação parcial que ASM desempenha quando associado ao controle químico (TÖFOLI; DOMINGUES, 2005).

Estudo com *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* em plantas de trigo, o ASM mostrou efeito na inibição da taxa de penetração do fungo e na formação do haustórios, entretanto, a taxa de germinação e formação de apressórios não foi alterada (GÖRLACH et al., 1996). Na planta, o ASM após a aplicação é prontamente absorvido e translocado pelos vasos, gerando um sinal sistêmico que desencadeia a ativação da expressão de genes de defesa da planta. A ação eliciadora de ASM tem sido observada em diversas interações patógeno-hospedeiro

como míldio em fumo (FRIEDRICH et al., 1996); oídio em plantas de trigo (GÖRLACH et al., 1996); ferrugem do cafeeiro (GUZZO et al., 2001); ferrugem do feijão-vagem (SIGRIEST et al., 1997); requeima em batata (TÖFOLI et al., 2005); oídio, mancha de septória e mancha bacteriana em plantas de tomateiro (SILVA et al., 2003) entre outras.

A indução da atividade de quitinase em folhas de eucalipto contra *Puccinia psidii*, agente causador da ferrugem, ocorreu em plantas tratadas previamente com o indutor químico ASM, que por sua vez, é capaz de promover a antecipação da indução de reações bioquímicas da planta como resposta de defesa, o que normalmente ocorre na presença do patógeno. A condição de pré-condicionamento para a resistência sistêmica adquirida, dada as plantas, por meio do tratamento com indutor, resulta em uma condição de estresse da mesma, representada pela rápida e efetiva ativação das respostas de defesa (BOAVA et al., 2010a; CONRATH et al., 2002).

Outro aspecto é a habilidade da planta em responder na presença do patógeno, cujas alterações em seu metabolismo são mais intensas quando induzida por um agente indutor e, mais tarde, desafiada por um patógeno (KUHN et al., 2006).

Um dos grandes desafios, é estabelecer um método de controle de doença que seja eficiente e que cause o mínimo de impacto ao ambiente. Para isso, o ASM mostrou efeito de proteção em mudas de café contra a doença cercosporiose (*Cercospora coffeicola*) aos 30 e 60 dias após a inoculação. Ainda, o efeito residual que o indutor causa sobre a planta permitiu que a defesa desta continuasse ativada 70 dias após a inoculação, na condição estudada. Entretanto, sua ação não foi alcançada para a inibição do crescimento micelial e germinação dos conídios *in vitro* (GALDEANO et al., 2010).

Ainda que, os ativadores de resistência em plantas exibem resultados positivos no controle de patógenos, acredita-se que muitos dos efeitos destes sobre as plantas ainda é desconhecido, condição está que justifica a ausência de muitas das respostas significativas de tratamentos que são testados nas pesquisas.

A combinação de um indutor químico com um microrganismo antagonista no processo de proteção de plantas contra doenças, representa uma prática de controle biológico que gera uma condição de redução da incidência e desenvolvimento da doença, bem como o crescimento do patógeno, pela ativação das respostas de defesa da planta por ambos mecanismos de indução. A indução da resistência sistema adquirida por meio do indutor químico (Bion®) e a resistência induzida sistêmica por um fungo antagonista (*Trichoderma koningiopsis*) (Tricobiol®) resulta em um efeito aditivo de proteção, pela compatibilidade de ambos. Além disso, a planta passa para um estado de “priming”, o que resulta em menor gasto energético durante os processos fisiológicos, melhorando assim, o crescimento e a produtividade da planta (TAMAYO et al., 2012; TON et al., 2002).

Ainda que, muitos resultados alcançados sejam positivos, essa combinação nem sempre gera um resultado benéfico, uma vez que, deve-se levar em consideração a ocorrência de conflitos de sinalização ou compensação entre a indução das respostas de defesa contra o patógeno. Além do custo metabólico, efeito indesejado na planta, a ação simultânea de resistência induzida pelo indutor e o microrganismo benéfico pode causar resistência ao patógeno. Mediante a isso, para se realizar aplicações com indutores de resistência biótica ou abiótica deve-se considerar a estirpe, frequência das aplicações e dosagem, para assim estimular os mecanismos de defesa da planta, sem causar efeitos diretos sobre o patógeno (TAMAYO et al., 2012).

De maneira complementar, uma atenção especial deve ser dada a ação direta que o Bion exerce sobre os mecanismos de defesa e ganho de biomassa da planta, uma vez que este pode resultar na concorrência entre os processos metabólicos de crescimento, desenvolvimento, cujo o custo energético de produção resulta em menor peso e rendimento da planta, além de afetar a síntese de compostos de defesa, pela incessante expressão de resistência que conduz a planta em um estado de estresse (TAMAYO et al., 2012).

O custo adaptativo da indução de resistência em feijoeiro, mediada por acibenzolar-S-metil, resultou na redução da biomassa da planta, pois as alterações no metabolismo desta, em busca do aumento da atividade enzimática de peroxidase, quitinase e β -1,3-glucanase, bem como para o teor de lignina, culminou em um maior custo metabólico ao ativar seus mecanismos de defesa (KUHN; PASCHOLATI, 2010).

Diante disso, a indução de resistência deve ser muito bem analisada para uma condição necessária, pois a ativação da resistência em uma situação de alarme falso, sem que o patógeno infecta a cultura, a planta irá gastar energia desnecessária. Uma vez que está tomada de decisão pode ou não potencializar a produção da cultura, mediante a capacidade do patógeno em causar a doença e o nível desta.

Ecolife®

Outro indutor de resistência abiótico, em destaque é o Ecolife®, cuja formulação natural, baseada em extrato de biomassa cítrica, rico em flavonóides, polifenóis, fitoalexinas, ácidos orgânicos (CAVALCANTI et al., 2006), substâncias antioxidantes, as quais alteram o metabolismo da planta e provocam reações ativando mecanismos de defesa contra doenças. Além do mais, é caracterizado como sendo um biofertilizante, a qual auxilia a planta na melhor utilização dos nutrientes, regula o crescimento vegetal, bem como os processos reprodutivos, garantindo também a maior retenção de flores e frutos na planta, o que confere melhor qualidade do produto em pós-colheita (MOTOYAMA et al., 2003).

A literatura apresenta o uso do Ecolife® em vários patossistemas, como na redução da severidade da podridão-negra ou podridão-mole (*Chalara paradoxa*) em frutos de abacaxizeiro, ainda que pouco estudado (OLIVEIRA; NASCIMENTO, 2009). Ao utilizar o produto Ecolife®, verifico-se efetividade na indução das respostas de defesa de plantas de tomateiro contra a mancha bacteriana (*Xanthomonas vesicatoria*), foi evidenciada pelo aumento da atividade enzimática de peroxidase, polifenoloxidase e deposição de lignina no tecido foliar. Além disso, também foi verificado redução do crescimento bacteriano (CAVALCANTI et al., 2006).

Cabe mencionar, a sua utilização no controle da antracnose da banana (*Colletotrichum musae*) em pós-colheita, com redução do tamanho da lesão (FURTADO et al., 2010), efeito inibitório do fungo *Phoma costarricensis*, agente causador da mancha-de-Phoma na cultura do café, tal como a redução da área abaixo da curva de progresso da lesão (BARGUIL et al., 2005). Resultado positivo também foi obtido para o controle da ferrugem causada por *Puccinia psidii* em eucalipto (BOAVA et al., 2010b).

O produto comercial proporcionou redução do número de ovos de *Meloidogyne javanica* na cultura da soja, em aplicações de sete ou um dia antes da inoculação. Entretanto, não houve redução para número de galhas, ou seja, não interferiu na penetração e estabelecimento do sítio de alimentação do nematoide (PUERARI, 2012). Por outro lado, a redução da multiplicação e sobrevivência após a formação da galha, pode estar relacionada com a resposta de hipersensibilidade que resulta na degeneração dos sítios de alimentação, menor disponibilidade de alimento para o nematoide, e por fim, morte do mesmo (BAKKER et al., 2006).

O uso de Ecolife® foi eficiente na redução da densidade populacional de *Pratylenchus brachyurus* em genótipos de milho (PUERARI et al., 2015), indução de resistência contra *Meloidogyne incognita* como também *Meloidogyne javanica*, por meio da produção e acúmulo de fitoalexina (gliceolina) em cultivares de soja (KAPLAN et al., 1980), redução no número de ovos de *M. javanica* em raízes de plantas de soja (PUERARI et al., 2013), controle de 83,7% da doença mau-do-panamá, causada pelo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (SILVA, 2007).

Agro-mos®

O Agro-Mos® é produto à base de mananoligossacarídeo fosforilado, derivado da parede celular de *Saccharomyces cerevisiae*. É um produto composto de sólidos solúveis de fermentação. O Agro-Mos® ativa os mecanismos latentes de resistência natural; apresenta caráter sistêmico, com diferentes mecanismos de ação; é persistente por longo período de tempo na planta; aumenta a produtividade e melhora a qualidade do produto (CURTI, 2010; DANTAS et al., 2004).

Estudos demonstram o emprego de indutores provenientes de *S. cerevisiae* em condições de campo. Dantas et al. (2004) utilizou mananoligossacarídeo fosforilado, onde mostrou-se eficiente no controle *Colletotrichum gloeosporioides* em mamão, quando o tratamento indutor foi realizado em pré-colheita e pós-colheita. O resultado mostrou redução de até 70% na incidência nos tratamentos de pós-colheita.

Di Piero et al. (2005) demonstraram eficiência do produto no controle de doenças de batata, tomate e videira. Trabalho realizado com células autoclavadas de *S. cerevisiae*, demonstrou a proteção de plantas de cafeeiro somente quando as preparações de *S. cerevisiae* eram aplicadas, antes ou simultaneamente, com a inoculação de *Hemileia vastatrix* na cultura do cafeeiro (ROVERATTI, 1989). Segundo o autor, a proteção, aparentemente, era devida a dois mecanismos distintos; mecanismo que promovia a diminuição do número de uredinósporos na superfície da folha e o outro que inibia a germinação dos mesmos, provavelmente, pelo mecanismo de antibiose. Bonaldo (2005) demonstrou que a levedura *S. cerevisiae* apresenta potencial na proteção de plântulas de pepino ao *Colletotrichum lagenarium* e na proteção de plantas de sorgo contra *C. sublineolum* pelo acúmulo de síntese de fitoalexinas em folhas e mesocótilos de sorgo.

Messenger®

O Biopesticida Messenger® é um produto comercial desenvolvido a base de harpina, que leva a ativação do mecanismo de defesa natural da planta, demonstrando um grande potencial na ativação de resistência em plantas. O Messenger® tem demonstrado ação indutora em mais de 40 culturas e mostrou-se efetivo para o trigo, algodão, citrus, fumo, pepino, morango, pimentão e tomate (ROMEIRO; GARCIA, 2007).

A harpina pertence a uma classe de proteínas produzidas por algumas espécies de bactérias fitopatogênicas. A primeira harpina foi isolada de um cultivo partir de um isolado avirulento de *Erwinia amylovora* (WEI et al., 1992), descobriu-se que está proteína induz a resistência em diferentes plantas, e promove crescimento em plantas, sendo capaz de ativar a síntese de moléculas sinalizadoras, como o ácido salicílico, etileno e ácido jasmônico, e induz a Resistência Sistêmica Adquirida (RSA) e Resistência Sistêmica Induzida (RSI) (CLARKE et al., 2005). Entre as proteínas-RP ativadas pela utilização de proteína harpina, encontra-se a fenilalanina amônia-liase (FAL), que está diretamente envolvida no processo de lignificação da parede celular e produção de compostos fenólicos (DANNER et al., 2008).

Entre tratamentos utilizados na cultura do tomateiro (OBRADOVIC et al., 2004), verificou-se que a proteína harpina reduziu significativamente a severidade da bactéria *Xanthomonas campestris* em relação ao controle, porém demonstrando-se menor eficiência que o eliciador ASM. No momento da aplicação da harpina nas plantas, na fase inicial de

cultivo, pode possibilitar o pré-condicionamento das plantas, antes que possa ocorrer a infecção.

Pêssegos tratados com proteína harpina, apresentaram redução na área lesionada por *Monilinia fructicola* em 31,5% com aumento da atividade da FAL, além de acúmulo de compostos fenólicos nos tecidos vegetais (DANNER et al., 2008). Os eliciadores ASM e a proteína harpina, se mostram eficientes no controle de doenças em plantas por induzir respostas que levam à expressão da RSA e RSI. No entanto, estes processos estão associados à capacidade do hospedeiro em reconhecer a presença do patógeno e/ou indutor e desencadear uma sequência de sinais bioquímicos que resultam na resistência das plantas aos patógenos (GUZZO; HARAKAVA, 2007).

De maneira complementar, novas pesquisas sobre indutores de resistência a base de harpina são necessários para uma melhor compreensão dos mecanismos envolvidos na ativação de respostas de defesa das plantas, bem como os efeitos fisiológicos decorrentes das mesmas.

Elexa®

O *Elexa*®, produto comercial que apresenta a quitosana como princípio ativo, é considerado um indutor de resistência que possui um mecanismo de ação semelhante ao desencadeado pelas plantas quando atacadas por fungos. Sua degradação sobre a superfície vegetal produz monômeros de quitina que gera um sinal no sítio de infecção e dispara uma cadeia de reações bioquímicas (ATHAYDE SOBRINHO et al. 2005).

A quitosana é um polímero policatiônico β -1,4 ligado a um diacetilato de quitina, a D-glucosamina, extraído do exoesqueleto ou da casca de crustáceos como lagosta, caranguejo, camarão, de algas marinhas e da parede celular de fungos (TAN et al., 1996).

O *Elexa*® além de se mostrar eficiente na indução de defesas das plantas também tem promovido o crescimento de modo a proporcionar um aumento da produtividade. Sharathchandra et al. (2004) em trabalho realizado com milho observaram que as plantas tratadas com *Elexa*® apresentaram um maior crescimento vegetativo, maior número de perfilhos e peso das sementes quando comparadas as plantas não tratadas.

Segundo Bautista-Baños et al. (2006), a quitosana presente no *Elexa*® é responsável por restringir a penetração de fungos nas plantas por induzir a formação de diferentes barreiras estruturais como a lignificação e suberificação celular.

Para Oh et al. (1998) a quitosana, na interação patógeno-hospedeiro, tem efeito duplo, apresentando tanto atividade antifúngica quanto a ativação de respostas de defesa nas plantas com a produção de enzimas.

Produtos fitossanitários potenciais para agricultura

Silício

O silício (Si) é considerado um elemento não essencial para as plantas, porém seu uso pode aumentar o rendimento de algumas espécies de vegetais cultivados, promovendo os processos fisiológicos necessários para as plantas e sendo capaz de aumentar a resistência natural de defesa das plantas contra fitopatógenos, possibilitando assim uma agricultura mais sustentável (KORNDÖRFER et al., 2004).

Os mecanismos de defesa das plantas contra os patógenos pela utilização com Si ainda não são muito bem compreendidos, existem duas propostas para explicar este fenômeno de supressão: o aumento do silício na parede celular impede a penetração e o crescimento do fungo ou outros patógenos nos tecidos do vegetal; a ativação dos mecanismos de defesa natural da planta, como por exemplo, a produção de quitinase, compostos fenólicos e peroxidase, como também acúmulo de lignina, além da interação como uma barreira física e química (FIGUEIREDO; RODRIGUES, 2004)

As plantas, de modo geral são capazes de sintetizar compostos tóxicos e outras substâncias, que podem atuar nos mecanismos de defesa contra diversos agentes fitopatogênicos. Nelson e Moser (1994), relatam que a produção e o acúmulo desses vários compostos naturais vegetais evoluíram, conforme as plantas foram adaptando-se à grande diversidade do ambiente, a proteção pelo silício fornecida às plantas está relacionada com a resistência das mesmas através dos efeitos de agentes bióticos quanto os abióticos.

A absorção do Si nas plantas é na forma de ácido monossilícico (H_4SiO_4). Seu transporte e distribuição é efetuado através do xilema para os órgãos. Em folhas de arroz, observa-se a formação de uma camada dupla de sílica logo abaixo da cutícula das células epidérmicas. Essa camada de sílica, tem como finalidade a inibição da perda de água pelas folhas, como criar uma barreira a ação mecânica exercida pelos patógenos durante o processo de penetração pelos fungos (JONES; HANDREK, 1967; MALAVOLTA, 1980).

Várias são as doenças causadas por fungos e bactérias ocasionando perdas nas culturas, podendo ser reduzidas significativamente com a utilização de silício. Entretanto, é necessário conhecer as características para cada cultura, tipo de solo presente, bem como o microclima para o manejo fitossanitário.

Fosfito de potássio

O fosfito é um composto derivado do ácido fosforoso, sendo caracterizado como fertilizante, cujas propriedades podem estimular a formação de substâncias naturais de autodefesa da planta (fitoalexinas), protegendo-a do ataque de fungos, além de apresentarem

efeito fungicida, ou seja, atuam diretamente sobre o fungo (MENEGETTI et al., 2010; SILVA et al., 2013)

Desta maneira, entre os compostos capazes de ativar os mecanismos de defesa da planta e induzir resistência estão os sais de potássio, a qual sugerem aplicação isolada ou em associação com químicos, sendo está uma alternativa a ser inserida dentro do manejo de doenças de plantas, uma vez que, pode ocorrer efeito aditivo ou sinérgico quando ambos produtos são utilizados de maneira conjunta (NEVES, 2006). Para tanto, a literatura aponta que o uso do fosfito de potássio induziu a produção de gliceolina em cotilédones de soja, na concentração de 1 a 9 gL⁻¹, além de auxiliar no aumento da produtividade da cultura, demonstrando a ação indireta deste sobre a planta (CASTANHO et al., 2014).

Um dos efeitos que o fosfito de potássio pode causar no patógeno é o retardamento do seu metabolismo, e estimular os mecanismos de defesa vegetal. Além disso, o composto é caracterizado pelo seu efeito sistêmico, translocação apo-simplástica, baixa toxicidade, rápida absorção desta via raízes e folhas, baixo custo, auxiliando também no melhor estado nutricional da planta (PEREZ et al., 1995; REUVENI et al., 1998).

Cabe mencionar, que uma planta bem nutrida se torna menos predisposta as doenças, e por este motivo que o fosfito de potássio desempenha um papel fundamental na nutrição vegetal, pois em casos de deficiência de potássio a uma maior atividade de enzimas e que favorece redução no acúmulo de compostos de alto peso molecular e aumento de compostos de baixa massa, tais como os aminoácidos (MORALES et al., 2011; CHABOUSSOU, 1987). Quando isso ocorre, as condições se tornam favoráveis ao aumento da incidência e desenvolvimento de patógenos, em função do estado predominante de proteólise nos tecidos da planta, ou seja, inibe a síntese de proteínas, provocado pelo desequilíbrio nutricional (MALAVOLTA, 2006)

O efeito do fosfito de potássio também foi mencionado na redução da área abaixo da curva de progresso do míldio na cultura da soja (SILVA et al., 2013) redução da severidade da ferrugem asiática em soja (NEVES; BLUM, 2014), inibição do crescimento micelial de *Rhizoctonia solani* (SCHURT et al., 2013) e redução, de 50%, da colonização de *Phakopsora euvitis* em folhas de videira, com 5 a 10 aplicações em pré e pós-infecção (BUFFARA et al., 2013). Porém, nem sempre os resultados são satisfatórios, uma vez que, estudos demonstram que o efeito do fosfito não diminuiu a incidência de ferrugem da videira nas folhas das plantas com infecção natural, sob condições de campo (GOMES et al., 2011).

O fosfito de potássio, nas doses 0,62, 1,25, 2,5 e 5 mL.L⁻¹ de água, apresentou efeito fungitóxico, a qual inibiu a germinação dos conídios de *Verticillium dahliae*, proporcionou de redução de 10% na área abaixo da curva de progresso da severidade da murcha-de-*Verticillium* em mudas de cacaueteiro, mas ao considerar o efeito da sua aplicação na atividade

das enzimas peroxidase e polifenoloxidase e acúmulo de lignina, estes não apresentaram aumento, ou seja, não houve indução (RIBEIRO JÚNIOR et al., 2006).

Metabólitos secundários

A biotecnologia consiste no desenvolvimento e utilização de um sistemas de processos e produtos de interesse econômico, social e sustentável. Dentro deste sistema, os microrganismos são de interesse biotecnológico para os processos fermentativos que consiste na produção de metabólitos secundários que são de grande importantes para novas descobertas de compostos antimicrobianos (NOGUEIRA et al., 2006).

Espécies de *Trichoderma* são conhecidas por produzir uma grande variedade de metabólitos secundários como enzimas extracelulares, substâncias com ação antibióticas de natureza volátil e não-volátil, os quais apresentam amplo espectro de ação antimicrobiana. Espécies deste gênero estão envolvidas também na ativação de mecanismos de defesa de planta a diferentes patógenos podem atuar na regulação do crescimento vegetal (VINALE et al., 2008; PUÑO et al 2011). Dentre os metabólitos secundários produzidos pelo *Trichoderma* citam-se: ácido harziânico, ácido heptelídico, alameticinas, antraquinonas, azafilonas, bisorbicillinoides, butenolides, daucanas, dicetopiperazinas, glisopreninas, gliotoxina, gliovirina, harzialactonas, isocianatos, peptaiboles, pironas, tricotecenos, tricholina, trichosetina e viridina (MOHIDDIN et al., 2010; REINO et al., 2008).

Tais metabólitos, cuja produção é atribuída a vários genes, são excretados nas fases de crescimento e esporulação do *Trichoderma* e estão entre os produtos naturais mais importantes utilizados para inibir o crescimento de diversos fitopatógenos (AMIN et al., 2010; VINALE et al., 2009).

Compostos do tipo azafilonas e harzifilone, foram isolados a partir do butanol-metanol de extrato de caldo de fermentação de *T. harzianum* (REINO et al., 2008). Recentemente, duas linhagens comerciais de *T. harzianum* foram identificadas em produzir azafilonas, mostrando-se eficiente na inibição in vitro de *Rhizoctonia solani*, *Pythium ultimum* e *Gaeumannomyces graminis var. tritici* (VINALE et al. 2006).

Gliotoxina foi produzida e isolada pelo *T. viride*, conhecida desde 1944 (BRIAN, 1944). Esse mesmo composto foi também isolado a partir da espécie de *T. hamatum* (HUSSAIN et al., 1975). Gliotoxina exibe uma ampla gama de efeitos biológicos incluindo antiviral, antibacteriana e propriedades imunossupressoras (HEBBAR; LUMSDEN, 1998).

Gliovirina é composto metabólito isolado a partir do fungo *Gliocladium virens* (STIPANOVIC; HOWELL, 1982). Haggag e Abo-Sedera (2005), identificaram a presença dessa toxina em três espécies de *Trichoderma* (*T. harzianum*, *T. hamatum* e *T. koningii*). Além disso, um isolado de *T. longibrachiatum*, cultivadas em meio contendo sacarose, levedura

seca e saís, produziu compostos com atividade inibidora de *Staphylococcus aureus* (NAKANO et al., 1990). Cepas produtoras de gliovirina foram antagonistas a *Rhizoctonia solani* (JONES; PETTIT 1987).

Metabólitos secundários bioativos com um sistema de anel butenolide foram identificados em alguns fungos. O composto harzianolide foi isolado a partir de três diferentes estirpes de *T. harzianum* (ALMASSI et al., 1991). O butenolide foi identificado a partir de uma espécie comercial de *T. harzianum* (VINALE et al., 2006). Esses compostos, harzianolide e butenolide, mostraram-se antagônicos para o crescimento do fungo *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* causador do mal-do-pé do trigo (ALMASSI et al. 1991; VINALE et al. 2006). Em particular, harzianolide inibiu completamente a *G. graminis* var. *tritici* e harzianolide e butenolide inibiram o crescimento de *Rhizoctonia solani* e *Pythium ultimum* (VINALE et al. 2006).

Pirona é um metabólito comum do género *Trichoderma*, foi identificado pela primeira vez por Collins e Halim (1972) em caldo de cultura de *T. viride*. Desde então, tem sido obtido a partir de *T. harzianum* (CLAYDON et al., 1987) e *T. koningii* (SIMON et al. 1988). Uma forte relação foi encontrada entre a produção de pirona por *T. harzianum* na capacidade antagonista do fungo in vitro contra *Rhizoctonia solani* e *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (SCARSELLETTI; FAULL, 1994; WORASATIT et al., 1994), *Penicillium* spp., *Aspergillus fumigatus* (CLAYDON et al., 1987), *Botrytis* sp. e *Phytophthora* sp. (HILL et al., 1995).

Viridina foi descrita pela primeira vez em 1945 como um metabólito antifúngico do fungo *Gliocladium virens* (BRIAN; MCGOWAN, 1945), apresenta atividade antifúngica e ação seletiva e inibidora específica no processo de sinalização celular (REINO et al., 2008; HANSON, 1995). Este composto tem sido detectada em outras espécies de *Trichoderma* tais como *T. koningii* (BERESTESKII et al., 1976) *T. viride* (GOLDER; WATSON, 1980) e *T. virens* (SINGH et al., 2005). A viridina impede a germinação de esporos de *Botrytis allii*, *Colletotrichum lini* e *Fusarium caeruleum*, *Penicillium expansum*, *Aspergillus niger* e *Stachybotrys atra* (GHISALBERTI, 2002).

Extrato e óleo essenciais de plantas no controle alternativo

Com objetivo de diminuir o uso de agrotóxicos devido seu alto custo, o aumento de fitopatógenos resistentes e impacto de produtos químicos no meio ambiente, produtos de origem vegetal tornaram-se uma grande alternativa no controle de doenças em plantas (SILVA; BASTOS, 2007). Dentre esses produtos estão os extratos vegetais e os óleos essenciais, constituídos por misturas complexas de diversas substâncias complexas derivadas dos metabólitos secundários das plantas (MORAIS, 2009).

Trabalhos utilizando óleos essenciais e extratos vegetais extraídos de variadas plantas apresentaram potencial de controle de fitopatógenos, no caso de fungos, por ação direta inibindo o crescimento micelial e impedindo a esporulação e de forma indireta, induzindo a produção de fitoalexinas (SCHWAN-ESTRADA et al., 2003). Os óleos essenciais de cravo e tomilho inibiram o crescimento micelial e o crescimento de escleródios de *Sclerotinia sclerotiorum*, patógeno de diversas culturas (CAMPOS et al., 2015), extratos alcoólicos de *Annona cacans*, *Geophila repens* e *Palicourea crocea* também foram eficientes na inibição do crescimento do mesmo patógeno. (ZANELLA et al., 2015).

Tratando-se de bactérias causadoras de doenças o extrato de própolis inibiu completamente o crescimento de *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*, bactéria causadora de doença na cultura da soja (BIANCHINI; BEBENDO, 1998), assim como o extrato de sucupira (*Pterodon emarginatus* Vog) reduziu significativamente o crescimento de *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (SILVA, 2007). Outra doença, conhecida como podridão mole da alface causada pela bactéria *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* teve sua severidade reduzida pelo óleo de *Corymbia citriodora* e pelo extrato de *Sida galherensis*, com eficiência similar ao antibiótico agrícola Mycoshield® (SILVA et al., 2012).

Extratos de urucum (*Bixa orellana*) e canela (*Cinnamomum zeylanicum*) mostraram-se eficientes ao controle de *Meloidogyne exigua* do cafeeiro, sendo os mesmos extratos eficientes também em *Meloidogyne incognita* em feijoeiro, a essa espécie foram eficientes também os extratos de *Syzygium aromaticum* (cravo-da-índia) e *Melia azedarach* (Santa-Bárbara) (SALGADO; CAMPOS, 2003). O óleo de mostarda apresentou atividade nematocida ao *Meloidogyne javanica*, acarretando até 100% de mortalidade dos juvenis (NEVES et al., 2008).

Baseando-se em estudos, incluindo os aqui apresentados é possível afirmar que produtos de origem vegetal como extratos e óleos tem mostrado substâncias eficazes no controle de fitopatógenos, sendo possível sua aplicação e utilização no controle alternativo (OOTANI et al., 2013).

Considerações Finais

Dessa forma, a busca constante de novos métodos de controle, como a utilização de novos princípios ativos, que possam ser utilizadas de forma integrada com os outros métodos, perfaz premissas importantes do manejo fitossanitário, reduzindo o impacto da utilização dos produtos químicos. É bom ressaltar que os níveis de cada produto ou compostos que possuem ação antimicrobiana podem variar em função das espécies de plantas, das condições de cultivo e do tipo de patógeno, o que afeta diretamente nos mecanismos de defesa das plantas.

Por essa razão, tornam-se ainda necessário estudos criteriosos quanto à composição química das substâncias e os seus efeitos nos organismos de interesse.

Referências Bibliográficas

- AGRIOS, G. N. **Plant Pathology**. 5 ed. San Diego: Academic Press, 2005, 922 p.
- ALMASSI, F.; GHISALBERTI, E. L.; NARBEY, M. J.; SIVASITHAMPARAM, K. New antibiotics from strains of *Trichoderma harzianum*. **Journal of Natural Products**, v.54, n.2, p.396-402, 1991.
- AMIN, F.; RAZDAN, V. K.; F. A. MOHIDDIN, F. A.; BHAT, K. A.; SHEIKH, P. A. Effect of volatile metabolites of *Trichoderma* species against seven fungal plant pathogens in-vitro. **Journal of Phytology**, Humnabad, v.2, n.10, p.34-37, 2010.
- ARAUJO, F. F.; MENEZES, D. Induction of resistance in tomato by biotic (*Bacillus subtilis*) and abiotic (Acibenzolar-S-Metil) inducers. **Summa Phytopathologica**, v.35, n.3, p.169-172, 2009.
- ATHAYDE SOBRINHO, C.; FERREIRA, P. T.; CAVALCANTI, L. S. Indutores abióticos. In: CAVALCANTI, L. S.; DI PIERO, R. M.; CIA, P.; PASCHOLATI, S. F.; RESENDE, M. L. V.; ROMEIRO, R. S. (Ed.). **Indução de Resistência em Plantas a Patógenos e Insetos**. Piracicaba: FEALQ, cap.3, p.51-80, 2005.
- BAKKER, E.; DEES, R.; BAKKER, J., GOVERSE, A. Mechanisms involved in plant resistance to nematodes. In: TUZUN, S.; BENT, E. **Multigenic and induced systemic resistance in plants**. New York: Springer Science, cap.14, p. 314-334, 2006.
- BARGUIL, B. M.; RESENDE, M. L. V.; RESENDE, R. S.; BESERRA JÚNIOR, J. E. A.; SALGADO, S. M. L. Effect of extracts from citric biomass, rusted coffee leaves and coffee berry husks on *Phoma costarricensis* of coffee plants. **Fitopatologia Brasileira**, v.30, n.5, p.535-537, 2005.
- BAUTISTA-BAÑOS, S.; HERNÁNDEZ-LAUZARDO, A. N.; VELÁZQUEZ-DEL VALE, M. G.; HERNÁNDEZ-LOPES, M.; AIT BARKA, E.; BOSQUEZ-MOLINA, E.; WILSON, C. L. Chitosan as a potential natural compound to control pre and postharvest diseases of horticultural commodities. **Crop Protection**, v.25, p.108-118, 2006.
- BIANCHINI, L.; BEDENDO, I. P. Efeito antibiótico do própolis sobre bactérias fitopatogênicas. **Scientia Agrícola**, v.55, n.1, p.149-152, 1998.
- BOAVA, L. P.; KUHN, O. J.; PASCHOLATI, S. F.; DI PIERO R. M.; FURTADO, E. L. Efeito de indutores bióticos e abióticos na atividade de quitinase e peroxidase e no controle da ferrugem causada por *Puccinia psidii* em eucalipto. **Summa Phytopathologica**, v.36, n.2, p.168-172, 2010b.
- BOAVA, L. P.; KUHN, O. J.; PASCHOLATI, S. F.; DI PIERO, R. M.; FURTADO, E. L. Atividade de quitinases e peroxidases em folhas de eucalipto em diferentes estágios de desenvolvimento após tratamento com acibenzolar-S-metil (ASM) e inoculação com *Puccinia psidii*. **Tropical Plant Pathology**, v.35, n.2, p.124-128, 2010a.
- BONALDO, S. M.; PASCHOLATI, S. F.; ROMEIRO, R. S. Indução de resistência: noções básicas e perspectivas. In: CAVALCANTI, L.; SOUZA; DI-PIERO, R. M.; PASCHOLATI, S. F.; RESENDE, M. L. V. de; ROMEIRO, R. da S. (Eds.). **Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 263 p.
- BONALDO, S. M.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R.; TESSMANN, D. J.; SCAPIM, C. A. Fungitoxicidade, atividade elicitora de fitoalexinas e proteção de pepino contra *Colletotrichum lagenarium*, pelo extrato aquoso de *Eucalyptus citriodora*. **Fitopatologia Brasileira**, v.29, n.2, p.128-134, 2004.

- BONALDO, S. M. **Efeito de *Saccharomyces cerevisiae* na síntese de fitoalexinas em sorgo, na germinação e formação de apressórios por fungos fitopatogênicos e na proteção de pepino a *Colletotrichum lagenarium* e sorgo a *Colletotrichum sublineolum***. 2005, 150 p. Tese (Doutorado), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz Piracicaba.
- BOTELHO, L. S. **Deteção, transmissão e efeitos de *Sclerotinia sclerotiorum* em sementes de soja**. 2011. 156 p. Tese. (Doutorado em Fitopatologia). UFLA – Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, Lavras, 2011.
- BRIAN, P. W. Production of gliotoxin by *Trichoderma viride*. **Nature**, v.154, p.667-668, 1944.
- BRIAN, P. W.; MCGOWAN, J. C. Viridin. A highly fungistatic substance produced by *Trichoderma viride*. **Nature**, v.156, n.3953, p.144-145, 1945.
- BUFFARA, C. R. S.; ANGELOTTI, F.; TESSMANN, D. J.; SOUZA, C. D. DE.; VIDA, J. B. Atividade de fosfito de potássio na pré e pós-infecção de *Phakopsora euvitis* em folhas de videira. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.34, n.6, suplemento 1, p.3333-3340, 2013.
- CAMPOS, T. D.; BERNARDI, C.; BORIN, R. C.; MAZARO, S. M.; SANTOS REY, M. D. Efeito de óleos essenciais de espécies condimentares no controle de *Sclerotinia sclerotiorum*. In: **CONGRESSO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA UTFPR**, Dois Vizinhos, p. 163-165, 2015.
- CASTANHO, G.; SANTOS NETO, J. DOS.; SILVA, C. M.; ALVES, D. S.; ANDRADE, L. M. Fosfito de potássio como indutor de gliceolina em soja. Iniciação **Científica CESUMAR**, v.16, n.2, p.131-137, 2014.
- CAVALCANTI, F. R.; RESENDE, M. L. V.; ZACARONI, A. B.; RIBEIRO JÚNIOR, P. M.; COSTA, J. C. B.; SOUZA, R. M. Acibenzolar-S-metil e Ecolife® na indução de respostas de defesa do tomateiro contra a mancha bacteriana (*Xanthomonas vesicatoria*). **Fitopatologia Brasileira**, v.31, n.4, p.372-380, 2006.
- CLARKE, A.; MUR, L. A. J.; DARBY, R. M.; KENTON, P. Harpin modulates the accumulation of salicylic acid by Arabidopsis cells via apoplastic alkalization. **Journal of Experimental Botany**, v.56, p.3129-3136, 2005.
- CLAYDON, N.; ALLAN, M.; HANSON, J. R.; AVENT, A. G. Antifungal alkyl pyrones of *Trichoderma harzianum*. **Transactions of the British Mycological Society**, v.88, n.4, p.503-513, 1987.
- CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: a teoria da trofobiose**. Tradução de M. J. Guazelli. Porto Alegre: L&PM, 1987. 256p.
- COLLINS, R. P.; HALIM, A. F. Caracterização do principal constituinte aroma do fungo *Trichoderma viride*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.20, n.2, p.437-438, 1972.
- COLTRO-RONCATO, S.; STANGARLIN, J. R.; FLORES, E. L. M.; GONÇALVES, E. D. V.; DILDEY, O. D. F.; GONÇALVES JÚNIOR, A. C. identificação de alil isotiocianato em crambe por hplc. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v.13, n.suplemento, p.347-352, 2014.
- CONRATH, U.; PIETERSE, C. M. J.; MAUCH-MANI, B. Priming in plant-pathogen interactions. **Trends in Plant Science**, v.7, n.5, p.210-216, 2002.
- CURTI, M. **Síntese de fitoalexinas em sorgo e soja, controle de oídio e produção de pepino, cv. hokushin, por leite fermentado, mananoligossacarídeo fosforilado e kefir**. 2010, 77p. Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Maringá.
- DANNER, M. A.; SASSO, S. A. Z.; MEDEIROS, J. G. S.; MARCHESE, J. A.; MAZARO, S. M. Indução de resistência à podridão-parda em pêssegos pelo uso de eliciadores em pós-colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.7, p.793-799, 2008.

DANTAS, S. A. F.; TAVARES, S. C. C. de H.; OLIVEIRA, S. M. A.; COELHO, R. S. B.; CAVALCANTI, V. A. L. B.; SILVA, R. L. X. Indutores de resistência a patógenos Pós-colheita de manga. **Summa Phytopathologica**, v.30, p.314-319, 2004.

DI PIERO, R. M.; GARCIA, D.; TONUCCI, N. M. Indutores bióticos. In: CAVALCANTI, L. S.; DI PIERO, R. M.; CIA, P.; PASCHOLATI, S. F.; RESENDE, M. L. V.; ROMEIRO, R. S. **Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos**. Piracicaba: FEALQ, 2005.

FRIEDRICH, L.; LAWTON, K.; RUESS, W.; MASNER, P.; SPECKER, N.; RELLA, M.; GUT, M.; MEIER, B.; INCHER, S.; STAUB, T.; UKNES, S.; METRAUX, J.P.; KESSMANN, H.; RYALS, J. A. Benzothiadiazole derivate induces systemic acquired resistance in tobacco. **Plant Journal**. v.10, n.1, p.61-70, 1996.

FIGUEIREDO, F. C.; RODRIGUES, C. R. Silício líquido solúvel. **Revista Campo e Negócio**, Uberlândia, n.44, 2004.

FURTADO, L. M.; RODRIGUES, A. A. C.; ARAÚJO, V. S.; SILVA, L. L. S.; CATARINO, A. M. Utilização de Ecolife® e Acibenzolar-S-metil (ASM) no controle da antracnose da banana em pós-colheita. **Summa Phytopathologica**, v.36, n.3, p.237-239, 2010.

GALDEANO, D. M.; GUZZO, S. D.; PATRÍCIO, F. R. A.; HARAKAVA, R. Proteção do cafeeiro contra cercosporiose por acibenzolar-S-metil e proteína harpina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.7, p.686-692, 2010.

GHINI, R.; KIMATI, H. **Resistência de Fungos a Fungicidas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000, p.78.

GOMES, E. C. S.; LEITE, R. P.; SILVA, F. J. A.; CAVALCANTI, L. S.; NASCIMENTO, L. C.; SILVA, S. M. Manejo do míldio e ferrugem em videira com indutores de resistência: produtividade e qualidade pós-colheita. **Tropical Plant Pathology**, v.36, n.5, p.332-335, 2011.

GONÇALVES-TREVISOLI, E. D. V. **Purificação de eliciadores de defesa vegetal em soja e feijoeiro a partir de nematoides fitopatogênicos**. 91 p. Tese (Doutorado em Agronomia). UNIOESTE – Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Marechal Cândido Rondon, 2016.

GÖRLACH, J.; VOLRATH, S.; KNAUF-BEITER, G.; HENGY, G.; BECKHOVE, U.; KOGEL, K.G.; OOTENDORP, M.; STAUB, T.; WARDE, E.; KESSMANN, J.; RYALS, J. Benzothiadiazole, a novel class of inducers of systemic acquired resistance, activates gene expression and disease in wheat. **Plant Cell**, v.8, n.3, p.629-643. 1996.

GOLDER, W. S.; WATSON, T. R. Lanosterol derivatives as precursors in the biosynthesis of viridin. Part 1. **Journal of the chemical society, perkin transactions 1**, p.422-425, 1980.

GHISALBERTI, E. L. Anti-infecciosos produzidos pela Hyphomycetes gêneros *Trichoderma* e *Gliocladium*. **Current Medicinal Chemistry-Anti-infecciosos**, v.1, n.4, p.343-374, 2002.

GUZZO, S.D.; CASTRO, R.M.; KIDA, K.; MARTINS, E.M.F. Ação protetora de acibenzolar_S-methyl em plantas de cafeeiro contra ferrugem. **Arquivos do Instituto Biológico**. v.68, n.1, p.89-94. 2001.

GUZZO S. D.; HARAKAVA, R. Mecanismos envolvidos na resistência induzida em plantas a doenças: Sinalização e expressão de genes de defesa. In: RODRIGUES, F. A.; ROMEIRO, R.S. (Eds.) **Indução de resistência em plantas a patógenos**. Viçosa: Suprema. p.281-301, 2007.

HAGGAG, W. M.; ABO-SEDERA, A. S. Characteristics of three *Trichoderma* species in peanut haulms compost involved in biocontrol of cumin wilt disease. **International Journal of Agriculture and Biology**, v.7, p.222-229, 2005.

- HAMMERSCHMIDT, H.; DANN, E. K. Induced resistance to disease. In: RECHCIGL, N. A.; RECHCIGL, J. E. (Eds.) **Environmentally safe approaches safe approaches to crop disease control**. Boca Raton: CRC Lewis Publishers. p.177-199, 1997.
- HANSON, J. R. The viridian family of steroidal antibiotics. **Natural Product Reports**, v.12, n.4, p.381-384, 1995.
- HEBBAR, K. P.; LUMSDEN, R. D. Joint action of microbials for disease control. In: MENN, J. J.; HALL, F. R. (Eds) **Biopesticides: use and delivery**. Totawa: Humana Press, Inc., p.103, 1998.
- HENNING, A. A. Manejo de doenças da Soja (*Glycine max* L. Merrill). **Informativo ABRATES**, Londrina, v.19, n.3, p.9-12, 2009.
- HUSSAIN, S. A.; NOORANI, R.; QURESHI, I. H. Microbial chemistry. Part I. Isolation and characterization of gliotoxin, ergosterol, palmitic acid and mannitol–metabolic products of *Trichoderma hamatum* Bainier. **Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research**, v.18, p.221-223, 1975.
- INBAR, M.; DOOSTDAR, H.; GERLING, D.; MAYER, R. Induction of systemic acquired resistance in cotton by BTH has a negligible effect on phytophagous insects. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v.99, p.65-70, 2001.
- ISAIAS, C. O.; MARTINS I.; SILVA, M. B. T.D.A.; SILVA, J. P. S.; MELLO, S. C. M. Ação antagônica e de metabólitos bioativos de *Trichoderma* spp. contra os patógenos *Sclerotium rolfsii* e *Verticillium dahliae*. **Summa Phytopathologica**, v.40, n.1, p.34-41, 2014.
- IURKIV, L. **Purificação parcial de compostos biologicamente ativos a partir de *Pycnoporus sanguineus* para o controle de ferrugem asiática em soja**. 2009. 104 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). UNIOESTE – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, Paraná. 2009.
- JONES, R. W.; PETTIT, R. E. Variation in sensitivity among anastomosis groups of *Rhizoctonia solani* to the antibiotic gliotoxin. **Plant Disease**, v. 71, n.1 p.34-36, 1987.
- JONES, L. H. P.; HANDRECK, K. A. Silica in soils, plants and animals. **Adreanus in Agronomy**, San Diego, v.19, p.107-149, 1967.
- KAPLAN, D. T.; KEEN, N. T.; THOMASON, I. J. Studies on the mode of action of glyceollin in soybean incompatibility to the root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*. **Physiological Plant Pathology**, v.16, n.3, p.319-325, 1980.
- KNAAK, N.; FIUZA, L. M. Potencial dos óleos essenciais de plantas no controle de insetos e microrganismos. **Neotropical Biological**, v.5, p.120-132, 2010.
- KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; CAMARGO, M. S. DE. Silicatos de cálcio e magnésio na agricultura. **Boletim Técnico**, 2 ed. Uberlândia, n.1, 23p., 2004.
- KUHN, O. J.; PASCHOLATI, S. F.; CARDOSO FILHO, J. A.; PORTZ, R. L.; OSSWALD, W. Indução de resistência sistêmica em plantas: aspectos gerais, efeitos na produção e sobre microrganismos não-alvo. In: LUZ, W.C. (Ed.) **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v.14, p.249-300, 2006.
- KUHN, O. J.; PASCHOLATI, S. F. Fitness cost of induced resistance in bean plants by the rhizobacteria *Bacillus cereus* or acibenzolar-S-methyl: enzymes activities, phenol and lignin synthesis, and biomass. **Summa Phytopathologica**, v.36, n.2, p.107-114, 2010.
- LYON, G. D.; NEWTON, A. C. Resistance elicitors offer new opportunities in integrated disease control strategies. **Plant Pathology**, v.46, n.5, p.636-641, 1997.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006.

- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**, Piracicaba, Ceres, v.1, 1980.
- MENEGHETTI, R. C.; BALARDIM, R. S.; CORTE, G. D.; DEBONA, D. Avaliação da ativação de defesa em soja contra *Phakopsora pachyrhizi* em condições controladas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.34, n.4, p.823-829, 2010.
- MORALES, R. G. F.; SANTOS, I.; TOMAZELI, V. N.; RESENDE, J. T. V. Influência da nutrição mineral foliar nas doenças da parte aérea e no rendimento da cultura da soja. **Ambiência**, v.7, n.2, p.207-215, 2011.
- MORAIS, L. A. S. D. Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. **Horticultura Brasileira**, v.27, n.2, 2009.
- MOREIRA, L. M.; MAY-DE-MIO, L. L., ALDEBENITO-SANHUEZA, R. M.; LIMA, M. L. R. Z.; POSSAMAI, J. C. Controle em pós-colheita de *Monilia fructicola* em pêssegos. **Fitopatologia Brasileira**, v.27, p.395-398, 2002.
- MOHIDDIN, F. A.; KHAN, M. R.; KHAN, S. M.; BHAT, B. H. Why *Trichoderma* is considered super hero (super fungus) against the evil parasites? **Plant Pathology Journal**, v.9, p.92-102, 2010.
- MORANDI, M. A. B.; BETTIOL, W. Controle Biológico de Doenças de Plantas no Brasil. In: BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B. (Org.). **Biocontrole de Doenças de Plantas: uso e perspectivas**. Jaguariúna-SP: Embrapa Meio Ambiente, 2009 p.7-14.
- MÜLLER, M. A.; MIORANZA, T. M.; STANGARLIN, J. R.; KUHN, O. J.; BATTISTUS, A. G.; ISTCHUK, A. N.; FUCHS, F. In vitro toxicity and control of *Meloidogyne incognita* in soybean by rosemary extract. **Semina: Ciências Agrárias**, v.37, n.1, p.103-110, 2016.
- MOTOYAMA, M. M.; SCHWAN, K. R. F.; STANGARLIN, J. R.; FIORI-TUTIDA, A. C. G.; SCAPIM, C. A. Indução de fitoalexinas em soja e em sorgo e efeito fungitóxico de extratos cítricos sobre *Colletotrichum lagenarium* e *Fusarium semitectum*. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.25, n.2, p.491-496, 2003.
- NAKANO, H.; HARA, M.; MEJIRO, T.; ANDO, K.; SAITO, Y.; MORIMOTO, M. DC1149B, DC1149R and their manufacture with *Trichoderma*. **Jpn. Kokai Tokkyo Koho, JP Patent**, v.2218686, p.31, 1990.
- NELSON, C. J.; MOSER, L. E. Plants factory for quality. **Forge quality, evolution and utilization**. Madison: ASA, CSA, SSSA, cap.3, p.115-154, 1994.
- NEVES, W. S.; FREITAS, L. G.; FABRY, C. F. S.; DALLEMOLE-GIATERRA, R.; FERREIRA, P. A.; FERRAZ, L. O.; DHINGRA, O. D.; FERRAZ, S. Ação nematicida de óleo, extratos vegetais e de dois produtos à base de Capsaicina, Capsainóides e Alil isotiocianato sobre juvenis de *Meloidogyne javanica* (Treb) Chitwood. **Nematologia Brasileira**, v.32, n.2, p.93-100, 2008.
- NEVES, J. S.; BLUM, L. E. B. Influência de fungicidas e fosfito de potássio no controle da ferrugem asiática e na produtividade da soja. **Revista Caatinga**, v.27, n.1, p.75-82, 2014.
- NEVES, J. S. **Influência da aplicação de fosfito de potássio na severidade da ferrugem asiática da soja**. 2006. 74f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2006.
- NOGUEIRA, M. A.; DIAZ, G.; ANDRIOLI1, W.; FALCONI1, F. A.; STANGARLIN, J. R. Secondary metabolites from *Diplodia maydis* and *Sclerotium rolfsii* with antibiotic activity. **Brazilian Journal of Microbiology**, v.37, n.1, p.14-16, 2006.
- OBRADOVIC, A.; JONES, J. B.; MOMOL, M. T.; BALOGH, B.; OLSON, S. M. Management of tomato bacterial spot in the field by foliar applications of bacteriophages and SAR inducers. **Plant Disease**, v.88, n.7, p.736-740, 2004.

- OH, S. K.; CHO, D.; YU, S. H. Development of integrated pest management techniques using biomass for organic farming. **Korean Society of Plant Pathology**, v.14, p.278-285, 1998.
- OLIVEIRA, M. D. M.; NASCIMENTO, L. C. Avaliação da atividade de indutores de resistência abiótica, fungicida químico e extratos vegetais no controle da podridão-negra em abacaxi 'pérola'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.31, n.1, p.084-089, 2009.
- OOTANI, M. A.; AGUIAR, R. W.; RAMOS, A. C.; BRITO, D. R.; SILVA, J. B. D. CAJAZEIRA, J. P. Use of essential oils in agriculture. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v.4, p.162-175, 2013.
- PASCHOLATI, S. Fisiologia do parasitismo: como as plantas se defendem dos patógenos. In: AMORIN, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 4.ed, v.1, p.593-636, 2011.
- PEREZ, V.; MAMDOUH, A. M.; HUET, J. C.; PERNOLLET, J. C.; BOMPEIX, G. Enhanced secretion of elicitors by *Phytophthora fungi* exposed to phosphonate. **Cryptogamie Mycologie**, v.16, n.3, p.191-194, 1995.
- PUERARI, H. H.; DIAS-ARIEIRA, C. R.; TAVARES-SILVA, C. A.; ARIEIRA, J. O.; BIELA, F.; POLETINE, J. P. Ecolife® e fosfito de manganês no controle de *Meloidogyne javanica* e no desenvolvimento de cultivares de soja suscetível e resistente ao nematoide. **Nematropica**, v.43, n.1, p.105-112, 2013.
- PUERARI, H. H.; DIAS-ARIEIRA, C. R.; CARDOSO, M. R.; HERNANDES, I.; BRITO, O. D. C. Resistance inducers in the control of root lesion nematodes in resistant and susceptible cultivars of maize. **Phytoparasitica**, v.43, n.3, p.383-389, 2015.
- PUERARI, H. H. **Épocas de aplicação de indutores de resistência no controle de *Meloidogyne javanica* na cultura da soja**. 57 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). UEM – Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2012.
- PUÑO, R.; TERRAZAS, E.; ALVAREZ, T.; GIMÉNEZ, A.; MENDOZA, L.; SMELTEKOP, H.; LOZAMURGUIA, M. Evaluación de la capacidad biocontroladora de metabólicos de *Trichoderma inhamatum* Bol12 QD sobre cepas nativas de *Phytophthora infestans* in vitro. **Journal of the Selva Andina Research Society**, v.2, n.1, p.26-33, 2011.
- REIGNAULT, P.; WALTERS, D. Topical application of inducers for disease. In: WALTERS, D.; NEWTON, A.; LYON, G. **Induced resistance for plant defense: a sustainable approach to crop protection**. Oxford: Blackwell Publishing Ltd, 2007. chap.10, p.179-200.
- REINO, J. L.; GUERRERO, R. F.; HERNÁNDEZ-GALÁN R.; COLLADO, I. G. Secondary metabolites from species of the biocontrol agent *Trichoderma*. **Phytochemistry Reviews**, v.7, p.89-123, 2008.
- RESENDE, M. L. V. de.; BARRETTI, P. B.; MEDEIROS, F. C. L. de.; SILVA, D. D. da.; PEREIRA, R. B.; LINS, S. R. de. O.; PEREIRA, L. de.; MATOS.; CAMPOS, M. de. A. Percepção e transdução de sinais para a ativação de respostas de defesa em plantas contra patógenos. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v.15, p.129-198, 2007.
- REUVENI, M.; OPPENHEIM, D.; REUVENI, R. Integrated control of powdery mildew on apple trees by foliar sprays of mono-potassium phosphate fertilizer and sterol inhibiting fungicides. **Crop Protection**, v.17, n.7, p.563-568, 1998.
- RIBEIRO JÚNIOR, P. M.; RESENDE, M. L. V.; PEREIRA, R. B.; CAVALCANTI, F. R.; AMARAL, D. R.; PÁDUA, M. A. Fosfito de potássio na indução de resistência a *Verticillium dahliae* Kleb., em mudas de cacaueteiro (*Theobroma cacao* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.4, p.629-636, 2006.
- ROCHA, M. R.; CASTRO, R. M.; PINA, R. C.; MARTINI, A. L. Efeito do acibenzolar-S-methyl (benzothiadiazole), como indutor de resistência sistêmica em soja (*Glycine max* cv. FT-cristalina), sobre *Heterodera glycines*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.30, n.2, p.35-38, 2000.

- ROMEIRO, R. S.; GARCIA, F. A. O. Metabólitos e Constituintes Bacterianos como Indutores de Resistência em Plantas a Patógeno. In: RODRIGUES, F. Á.; ROMEIRO, R. S. **Indução de resistência em plantas a patógenos**. Viçosa: UFV, p.131-160, 2007.
- ROVERATTI, D. S. **Proteção de plantas de café contra *Hemileia vastratix* Berk. Et Br. Por *Sacharomyces cerevisiae***. Piracicaba, 1989. 94 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Universidade de São Paulo.
- SALGADO, S. M. L.; RESENDE, M. L. V.; CAMPOS, V. P. Efeito de indutores de resistência sobre *Meloidogyne exigua* do cafeeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n.4, p. 1007-1013, 2007.
- SALGADO, S. M. L.; CAMPOS, V. P. Extratos naturais na patogenicidade e reprodução de *Meloidogyne exigua* em cafeeiro e de *Meloidogyne incognita* raça 3 em feijoeiro. **Nematologia Brasileira**, v.27, n.1, p.41-48, 2003.
- SAITO, M. L.; LUCCHINI, F. **Substâncias obtidas de plantas e a procura por praguicidas eficientes e seguros ao meio ambiente**. Jaguariúna: Embrapa/CNPMA. (série documentos, 12) 1998, 46p.
- SCARSELLETTI, R.; FAULL, J. L. In vitro activity of 6-pentyl- α -pyrone, a metabolite of *Trichoderma harzianum*, in the inhibition of *Rhizoctonia solani* and *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. **Mycological Research**, v. 98, n.10, p.1207-1209, 1994.
- SCHURT, D. A.; RODRIGUES, F. A.; SOUZA, N. F. A.; REIS, R. D. Eficiência de diferentes moléculas na redução dos sintomas da queima das bainhas em arroz e no crescimento de *Rhizoctonia solani* in vitro. **Revista Ceres**, v.60, n.2, p.221-225, 2013.
- SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R. Extratos e óleos essenciais de plantas medicinais na indução de resistência. In: CAVALCANTI, L. S.; DI PIERO, R. M.; CIA, P.; PASCHOLATI, S.F.; RESENDE, M. L. V.; ROMEIRO, R.S. (Ed.). **Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos**. Piracicaba: FEALQ, 2005, p.125-138.
- SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R.; CRUZ, M. E. S. Uso de plantas medicinais no controle de doenças de plantas. **Fitopatologia Brasileira**, v.28, p.54-56, 2003. Suplemento.
- SHARATHCHANDRA, R. G.; RAJ, S. N.; SHETTY, N. P.; AMRUTHSESH, K. N.; SHETTY, H. S. A chitosan formulation Elexa® induces downy mildew disease resistance and growth promotion in pearl millet. **Crop Protection**, v.23, p.881-888, 2004.
- SIGRIEST, J.; GLENEWINCKEL, D.; KOLLE, C.; SCHMIDTKE, M. Chemically induced resistance in green bean against bacterial and fungal pathogens. **Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz**. v. 104, n.4, p.599-610. 1997.
- SILVA, L. H. C. P.; RESENDE, M. L. V.; SOUZA, R. M.; CAMPOS, J. R. Efeito do indutor de resistência acibenzolar-S-methyl na proteção contra *Xanthomonas vesicatoria*, *Oidium lycopersici* e *Septoria lycopersici* em tomateiro. **Summa Phytopathologica**, v.29, n.3, p. 244-248. 2003.
- SILVA, D. M. H.; BASTOS, C. N. Atividade antifúngica de óleos essenciais de espécies de Piper sobre *Crinipellis pernicioso*, *Phytophthora palmivora* e *Phytophthora capsici*. **Fitopatologia Brasileira**, v.32, n.2, p.143-145, 2007.
- SILVA, C. L.; SOUZA, E. B.; FELIX, K. C. S.; SANTOS, A. M. G.; SILVA, M. V.; MARIANO, R. L. R. Óleos essenciais e extratos vegetais no controle da podridão mole em alface crespa. **Horticultura Brasileira**, v.30, n.4, p.632-638, 2012.
- SILVA, O. C.; SANTOS, H. A. A.; DESCHAMPS, C.; DALLA PRIA, M.; MAY-DE-MIO, L. L. Fontes de fosfito e acibenzolar-S-metilico associados a fungicidas para o controle de doenças foliares na cultura da soja. **Tropical Plant Pathology**, v.38, n.1, p.72-77, 2013.

SILVA, J. C. **Uso de óleos essenciais, extratos vegetais e indutores de resistência no controle alternativo do mau-do-panamá da bananeira**. 65 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). UFAL – Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, 2007.

SILVA, J. L.; SOUZA, P. E.; MONTEIRO, F. P.; FREITAS, M. L. O.; SILVA JÚNIOR, M. B.; BELAN, L. L. Antifungal activity using medicinal plant extracts against pathogens of coffee tree. **Revista Brasileira Plantas Mediciniais**, v.16, n.3, p.539-544, 2014.

SIMON, A.; DUNLOP, R. W.; GHISALBERTI, E. L.; SIVASITHAMPARAM, K. *Trichoderma koningii* produces a pyrone compound with antibiotic properties. **Soil Biology and Biochemistry**, v.20, n.2, p.263-264, 1988.

SINGH, S.; DUREJA, P.; TANWAR, R. S.; SINGH, A. Production and antifungal activity of secondary metabolites of *Trichoderma virens*. **Pesticide Research Journal**, v.17, n.2, p.26-29, 2005.

STANGARLIN, J. R.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; CRUZ, M. E. S.; NOZAKI, M. H. Plantas medicinais e controle alternativo de fitopatógenos. **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, v.11, p.16-21, 1999.

STIPANOVIC, R. D.; HOWELL, C. R. The structure of gliovirin, a new antibiotic from *Gliocladium virens*. **The Journal of Antibiotics**, v.35, n.10, p.1326-1330, 1982.

TAMAYO, M. A. J.; ASDRUBAL, A.; ULACIO, D.; HERNANDÉZ, A. Evaluación de *Trichoderma* spp. y Acibenzolar-S-Metil (Bion®) como inductores de resistencia a la pudrición blanca *Sclerotium cepivorum* Berk. en ajo (*Allium sativum* L.) bajo condiciones de campo. **Journal of the Selva Andina Research Society**, v.3, n.1, p.14-25, 2012.

TAN, S. C.; TAN, T. K.; WONG, S. M.; KHOR, E. The chitosan yield of Zygomycetes at their optimum harvesting time. **Carbohydrate Polymers**, v.30, n.4, p.239–242, 1996.

TREVISAN, M. T. S.; BEZERRA, M. Z. B.; SANTIAGO, G. M. P.; FEITOSA, C. M.; VERPOORTE, R.; BRAZ FILHO, R. Atividades larvicida e anticolinesterásica de plantas do gênero *Kalanchoe*. **Química Nova**, v.29, n.3, p.415-8, 2006.

TON, J.; VAN PELT, J.; VAN LOON, L.; PIETERSE, C. Differential effectiveness of salicylate-dependent and jasmonate/ethylene-dependent induced resistance in Arabidopsis. **Molecular Plant-Microbe Interactions**, v.15, n.1, p.27-34, 2002.

TÖFOLI, J. G.; DOMINGUES, R. J. Controle da pinta preta do tomateiro com o uso de acibenzolar-S-metil isolado, em mistura com fungicidas e em programas de aplicação. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.72, n.4, p.481-487, 2005.

TÖFOLI, J. G.; DOMINGUES, R. J.; FERREIRA, M. R.; GARCIA JUNIOR, O. Ação de acybenzolar-S-methyl isolado e em mistura com fungicidas no controle da requeima da batata. **Horticultura Brasileira**. v.23, n.3, p.749-753. 2005.

VINALE, F.; GHISALBERTI, E. L.; SIVASITHAMPARAM, K.; MARRA, R.; RITIENI, A.; FERRACANE, R.; WOO, S.; LORITO, M. Factors affecting the production of *Trichoderma harzianum* secondary metabolites during the interaction with different plant pathogens. **Letters in Applied Microbiology**, v.48, p.705–711, 2009.

VINALE, F.; SIVASITHAMPARAM, K.; GHISALBERTI, E. L.; MARRA, R.; SHERIDAN L. WOO, S. L.; LORITO, M. 2008. *Trichoderma*-plant-pathogen interactions. **Soil Biology & Biochemistry**, v.40, p.1-10, 2008.

VINALE, F.; MARRA, R.; SCALA, F.; GHISALBERTI, E. L.; LORITO, M.; SIVASITHAMPARAM, K. Major secondary metabolites produced by two commercial *Trichoderma* strains active against different phytopathogens. **Letters in Applied Microbiology**, v.43, n.2, p.143-148, 2006.

WALTERS, D.; NEWTON, A.; LYON, G. Induced resistance: helping plants to help themselves. **Biologist**, v.52, n.1, p.28-33, 2005.

WEI, Z. M.; LABY, R. J.; ZUMOFF, C. H.; BAUER, D. W.; HE, S. Y.; COLLMER, A.; BEER, S. V. Harpin, elicitor of the hypersensitive response produced by the plant pathogen *Erwinia amylovora*. **Science**, v.257, p.85-88, 1992.

WORASATIT, N.; SIVASITHAMPARAM, K.; GHISALBERTI, E. L.; ROWLAND, C. Variation in pyrone production, lytic enzymes and control of Rhizoctonia root rot of wheat among single-spore isolates of *Trichoderma koningii*. **Mycological Research**, v.98, n.12, p.1357-1363, 1994.

ZANARDO, N. M. T.; PASCHOLATI, S. F.; FIALHO, M. B. Resistência de plântulas de pepineiro a *Colletotrichum lagenarium* induzida por frações de extrato de *Saccharomyces cerevisiae*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.11, p.1499-1503, 2009.

ZAMBOLIM, L.; CASA, R. T.; REIS, E. M. Sistema plantio direto e doenças em plantas. **Fitopatologia Brasileira**, v.25, n.4, p.585-595, 2000.

ZANELLA, C. D. S.; GAVASSONI, W. L.; BACCHI, L. M. A.; FORMAGIO, A. S. N. Atividade de óleos e extratos vegetais sobre germinação carpogênica e crescimento micelial de *Sclerotinia sclerotiorum*. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.82, p.01-08, 2015.

Capítulo 10

Manejo cultural de fitopatógenos de solo

Omari Dangelo Forlin Dilley
Sidiane Coltro-Roncato
Edilaine Della Valentina Gonçalves-Trevisoli
Bruna Broti Rissato
Laline Broetto
Tulya Fernanda Barrientos Webler
José Renato Stangarlin
Odair José Kuhn

Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, CEP 85960-000, Marechal Cândido Rondon, Paraná.

Introdução

As culturas exploradas economicamente são infectadas por inúmeros fitopatógenos de solo (BUENO; FISCHER, 2006), tais como fungos, bactérias e nematoides. Por exemplo, o fungo *Fusarium* spp. atinge várias áreas de soja no Brasil e outros países, os danos podem variar entre 20% e 80% (SCHERM et al., 1996). Os nematoides causam prejuízos consideráveis, chegando a perdas de 100 bilhões de dólares em todas as culturas mundialmente por ano (FREITAS et al., 2009). Situações como estas exigem medidas de controle e o uso de pesticidas tem sido o principal recurso. No entanto, os pesticidas podem afetar negativamente a atividade biológica do solo, com alteração nas diversas comunidades de organismos, com inibição direta dos antagonistas de patógenos ou pela quebra de equilíbrio existente, e conseqüentemente favorecendo o surgimento de doenças (BETTIOL et al., 2009).

No entanto, práticas culturais combinadas podem ser usadas para minimizar os efeitos das doenças na produção de plantas cultivadas, atuando tanto sobre o hospedeiro como sobre o patógeno. As práticas culturais adotadas podem interferir na sobrevivência, produção e disseminação do inoculo dos agentes causais das doenças (BEDENDO et al., 2011).

Existem várias práticas culturais, tais como, rotação de culturas, sementes, mudas e órgãos de propagação vegetativa sadios, roquiung, eliminação de plantas voluntárias e hospedeiros alternativos, eliminação de restos de cultura, preparo do solo, incorporação de

matéria orgânica ao solo, época de plantio, densidade de plantio, irrigação e drenagem, nutrição mineral, pH do solo, entre outras (BEDENDO et al., 2011).

A rotação de culturas contribui para o controle de doenças, eliminando hospedeiros alternativos e potencial de inóculo para a cultura subsequente, porém, devido a versatilidade dos fitopatógenos, isso pode não ocorrer em todas as rotações (BERNI et al., 2002). Sendo assim, a rotação de culturas pode ser mais eficiente na promoção da alteração qualitativa na microflora do solo, favorecendo o estabelecimento e crescimento de microrganismos antagonistas aos patógenos (SUMNER; BELL, 1994).

As diferentes espécies vegetais exploram um conjunto específico nutricional e deixam de utilizar outros nutrientes, esse é o processo natural do crescimento da planta, porém, a exploração nutricional pelas plantas pode ser revertido para manter a produtividade ou melhorá-la. Existem várias maneiras de devolver a vitalidade e os nutrientes da terra, dentre estas estão a rotação de culturas e o pousio (CIRNE; SOUZA, 2014). Ainda os mesmos autores, relatam que a rotação de culturas permite a diversificação da exploração dos nutrientes fornecidos e a possível restauração daqueles minorados na cultura anterior. Já, o pousio mantém certo período sem cultivo para restabelecer os nutrientes perdidos e a atividade microbiológica.

Fitopatógenos de solo

Fungos

Os fungos que habitam o solo podem causar sérias doenças, ocasionando lesões nos órgãos de reserva, no caule, nas raízes, no sistema vascular, causando tombamento e morte, como consequência ficam os prejuízos financeiros para os produtores, com queda na produção. Exemplos de fungos de solo são: *Fusarium* sp., *Macrophomina phaseolina*, *Rhizoctonia* sp., *Pythium* sp., *Phytophthora* sp., *Verticillium* sp., *Sclerotium* sp., *Sclerotinia sclerotiorum* e *Plasmidiophora brassicae* (BUENO; FISCHER, 2006).

Os sintomas dependem do fungo e da planta hospedeira, tais como a podridão seca e mole, o damping-off, podridão de raízes, escurecimento do sistema vascular entre outros (BUENO; FISCHER, 2006). Os mesmos autores relatam que, os fungos podem produzir estruturas de resistência que permanecem por longo período de tempo, na ausência da planta hospedeira e condições climáticas desfavoráveis, inviabilizando assim, medidas de controle para os patógenos.

Bactérias

Espécies de bactérias fitopatogênicas pertencentes aos gêneros *Ralstonia*, *Pseudomonas* (TAKATSU; LOPES, 1997), *Xanthomonas* e *Erwinia* (HENZ, 2002) causam diferentes doenças e, geralmente, com efeitos letais em plantas, ocorrendo em todas as regiões do Brasil. sendo muito ocorrentes no cenário agrícola mundial.

Doenças bacterianas são muito ocorrentes no cenário agrícola mundial e, além disso, devido à sua ampla gama de hospedeiras, variabilidade (LOPES et al., 1997), natureza sistêmica da infecção e eficiente sobrevivência, são de difícil controle (MARQUES, 2012). As bactérias colonizam os tecidos vasculares, dificultando ou, até mesmo, cessando o transporte de água e nutrientes, (SOUZA; MARINGONI, 2008), o que leva à murcha intensa, bem como ao amarelecimento, flacidez foliar, redução do crescimento, necrose e escurecimento vascular da planta acometida (SOUZA et al., 2006).

Nematoides

Os nematoides parasitas de plantas são na sua maioria habitantes de solo, e compreendem vários gêneros. O gênero *Meloidogyne* congrega os chamados nematoides de galhas, que consiste no engrossamento das raízes infectadas, resultado da hiperplasia e hipertrofia celular no cilindro vascular, é uma reação da planta como consequência das toxinas introduzidas pelos nematoides. No entanto, as galhas não constituem sintomas obrigatórios dentro do gênero, estando ausentes em certas interações. Ainda como sintomas diretos deste gênero, ocorrem redução no volume do sistema radicular, descolamento cortical, raízes digitadas e rachaduras e conseqüentemente a planta tem nutrição deficiente, murcha e redução na produção. As principais espécies no Brasil são, *M. arenaria*, *M. incognita*, *M. javanica*, *M. hapla*, *M. coffeicola*, *M. paranaenses*, *M. mayaguensis*, entre outras (FERRAZ; MONTEIRO, 2011).

Os gêneros *Pratylenchus*, *Radopholus*, *Tylenchulus*, *Rotylenchulus*, *Heterodera*, causam diversos sintomas, como redução do volume do sistema radicular, áreas necrosadas escurecidas, lesões, tombamento, amarelecimento da planta e conseqüentemente redução da produção (FERRAZ; MONTEIRO, 2011).

Rotação de culturas

A prática da rotação de culturas consiste no plantio alternado de distintas espécies, na mesma área de cultivo e na mesma época do ano, ao longo dos anos (BEDENDO et al., 2011). Uma espécie vegetal somente poderá retornar a mesma lavoura após a mineralização completa dos seus restos culturas (REIS et al., 2011). Esta prática é viável como forma de

controlar as doenças, pois é de fácil implantação, fornece bons resultados e reduz gastos com fungicidas e os efeitos destes sobre o ambiente (SILVA; MELO, 2013).

A monocultura fornece substrato para o patógeno, tanto pela presença da planta viva como dos restos culturais que ficam no solo após a colheita. Assim, a obtenção de nutrientes a partir de restos culturais permite a sobrevivência de patógenos durante a ausência do hospedeiro e serve de fonte de inoculo para a cultura quando for novamente implantada. Nesse sentido, a remoção e a prática de rotação de culturas resultam na eliminação do substrato utilizado pelo patógeno e assim, eliminação do inoculo (BEDENDO et al., 2011).

Os fitopatógenos são classificados quanto as exigências nutricionais em biotróficos, nos quais as fontes de nutrientes são os tecidos vivos do hospedeiro, hemibiotróficos iniciam a infecção a semelhança dos biotróficos, mas mesmo com a morte do protoplasto conseguem retirar seus nutrientes apresentando capacidade de saprofitismo e necrotróficos, nos quais as fontes de nutrientes são exclusivamente de tecidos mortos (AMORIM; PASCHOLATI, 2011).

Em sistema de plantio direto e monocultura os danos causados por patógenos necrotróficos e emibiotróficos são mais severos, pois sobrevivem nos restos culturais, embora também, tem aumentado os danos causados por parasitas biotróficos, devido ao aumento populacional de plantas voluntárias requeridas para sobrevivência (DENTI; REIS, 2001; REIS et al., 2011). São fitopatógenos necrotróficos e hebiotróficos os agentes causais de manchas foliares, cancrios, podridões de colmo e espiga, podridões radiculares, os quais semantêm na área cultivada graças a capacidade de saprofitismo nos restos culturais do hospedeiro. Por outro lado, os fitopatógenos biotróficos sobrevivem somente em tecidos vivos dos hospedeiros, e são as ferrugens, carvões, míldios e oídios que não apresentam fase saprofítica, sendo obrigados a sobrevier parasitando hospedeiros secundários na ausência do hospedeiro prncipal (AMORIM; PASCHOLATI, 2011).

Na rotação de culturas devem ser utilizadas espécies vegetais não hospedeiras do patógeno alvo de controle. Esta é uma prática recomendada principalmente para o sistema plantio direto, que visa a permanência dos restos culturais no campo, favorecendo a manutenção do inóculo de patógenos com habilidades saprofíticas que resulta em maior intensidade de doença em anos subsequentes (BEDENDO et al., 2011).

A rotação de culturas é uma ferramenta importante para redução da densidade de inóculo dos fitopatógenos, visando, a supressão das fontes nutricionais e aumento da supressividade do solo pelo aumento da atividade de microrganismos antagonistas. A supressão nutricional envolve a ação sobre a fase saprofítica nos restos culturais das plantas hospedeiras, onde os restos culturais são eliminados e submetidos a ação microbiana e inanição. O efeito da rotação de culturas na supressividade do solo ou aumento da atividade de microrganismos antagonistas no solo, criam condições favoráveis para seleção de um

grupo desejado de antagonistas e aumento da sua população (PETERS et al., 2003; REIS; CASA; BIANCHIN, 2011).

O sucesso da rotação de culturas no manejo de doenças vai depender das características do patógeno, se por exemplo, formam estruturas de resistência como escleródios e clamidósporos, apresentam maior persistência no sistema e o controle se torna mais difícil, enquanto que aqueles com baixa capacidade saprofítica no solo e sobrevivem exclusivamente em restos de cultura são facilmente controlados (SILVA; MELO, 2013).

No manejo de fitonematoides com rotação de culturas, é preciso conhecer a espécie e raça do fitonematoide na área e das plantas não hospedeiras e/ou antagonistas, assim como das plantas suscetíveis que atuam como hospedeiras secundárias (SALGADO; BORGES, 2008). Nematoides com ampla gama de hospedeiros dificultam o controle por meio da rotação de culturas, como é o caso de *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e várias espécies de *Pratylenchus*, porém, ainda é possível adotar rotações de culturas e reduzir as populações (FERRAZ et al., 2010). As plantas apresentam vários metabólitos que são tóxicos e atuam na mortalidade de *Meloidogyne* sp., com diferentes mecanismos de ação (BABU et al., 2012; COLTRO-RONCATO et al., 2015).

Áreas de cultivo infestadas por *M. incognita* e *M. javanica* podem ser cultivadas em rotações com mucuna-preta (*Stizolobium aterrimum*), mucuna-anã (*S. deeringianum*), *Crotalaria* spp., aveia-preta (*Avena strigosa*), aveia-branca (*A. sativa*), nabo-forrageiro (*Raphanus sativus*), *Digitaria decumbens* cv. pangola, *Panicum maximum* cv. guine, grama-de-porco (*Cynodon dactylon*) e azevém (*Lolium multiflorum*) (SALGADO; BORGES, 2008). Em Mato Grosso do Sul, perdas expressivas devido ao nematoide *Rotylenchulus reniformis* tem sido observada em sistema de plantio direto (soja-milho no verão; e trigo-aveia-nabo forrageiro no inverno), a integração lavoura-pecuária (rotação soja-braquiária a cada dois anos) ou o cultivo contínuo de braquiária reduziram em média em mais de 99% a população de *R. reniformis*, em comparação com o monocultivo de soja, aos oito anos após a implantação dos sistemas (SEREIA et al., 2007).

Algumas espécies vegetais possuem constituintes tóxicos com ação nematicida, como a *Euphorbia hirta* aos constituintes taninos, saponinas, flavonóides e alcalóides; *Andropogon gayanus* há presença de saponinas, flavonóides e alcalóides; *Cassia obtusifolia* apresenta taninos, flavonóides e alcalóides; *Phyllanthus amarus* há presença de taninos, saponinas, flavonóides e alcalóides; e *Sida acuta* à presença de taninos, saponinas, flavonóides e esteróis (OLABIYI et al., 2008). Espécies de brássicas atuam sobre nematoides, fungos e patógenos de solo, devido a presença de glicosinolatos e seus derivados (OLIVEIRA et al., 2011). As espécies *Brassica nigra*, *B. napus*, *B. hirta*, *B. oleracea*, *B. juncea*, *Armoracia*

rusticana e *Crambe abyssinica*, apresentam potencial com ação nematicida (LEONI et al., 1997; WU et al., 2011; AISSANI et al., 2013).

Segundo Bringel e Silva (2000), a rotação de culturas com *Crotalaria spectabilis*, *C. juncea*, *Mucuna aterrima*, *M. nivea*, arroz, milho e caupi foram avaliados quanto ao controle de *Helicotylenchus multincinctus*, das quais, apenas o arroz, *C. spectabilis* e *C. juncea* reduziram a população desse nematoide no solo, sendo estas recomendadas em programas de rotação de culturas. Sendo assim, é de suma importância conhecer os hospedeiros dos fitonematoides presentes na área, pois, frequentemente ocorrem múltiplas espécies, e o manejo de uma espécie pode favorecer a multiplicação da outra (FERRAZ et al., 2010). Para o controle de *M. hapla* em cenoura são recomendadas para sistemas de rotação de cultura, cenoura-cebola-aveia-cenoura (BÉLAIR, 1992). A gramínea forrageira *Paspalum notatum* e mucuna reduziram drasticamente as populações mistas dos nematoides *Heterodera glycines*, *M. incognita* e *M. arenaria* em soja, permitindo o cultivo de soja suscetível em sequência, porém, a mucuna apresentou maior efeito supressor (WEAVER et al., 1998).

O plantio de *Crotalaria spectabilis* por quatro e oito meses após o cultivo de quiabeiro atacado por *M. javanica* reduziu os níveis populacionais de nematoides de 191 a 500 para 0 e 24 juvenis de segundo estágio (J2 200 mL⁻¹ de solo) na cultura do tomateiro (CHARCHAR; ARAÚJO, 1992). Feijão-guandu anão (*Cajanus cajan* (L.) Mill), crotalária (*C. breviflora* e *C. spectabilis*) e mucuna-preta (*S. aterrimum*) diminuíram a população de *M. javanica*, o mesmo que o feijão-guandu anão, *C. breviflora* e *C. spectabilis* reduziram também a população de *P. brachyurus* (INOMOTO et al., 2006). As gramíneas *Brachiaria brizantha*, *B. decumbens* e *P. maximum* cv. Guiné, não possibilitam o desenvolvimento dos nematoides *M. incognita*, *M. javanica* e *Heterodera glycines*, o desenvolvimento não vai além do J2 (DIAS-ARIEIRA et al., 2002).

A rotação de culturas com plantas antagônicas constitui um dos métodos mais promissores de controle de nematoides (CUNHA et al., 2003). Plantas antagônicas afetam negativamente a população de fitonematoides, como plantas armadilhas ou hospedeiros ruins, na qual o nematoide penetra, mas não completa o seu desenvolvimento ou poucos se desenvolvem (FREITAS et al., 2009). A rotação de cultura com gramíneas é eficiente para controle de *Meloidogyne* spp. (DIAS-ARIEIRA et al., 2003). Um bom esquema de rotação não deve incluir uma planta ou cultivar suscetível ao nematoide principal mais que uma vez em cada quatro estações de cultivo (FERRAZ et al., 2010).

Segundo Ploeg (1999), a rotação de cultura com *Tagetes patula*, *T. erecta* e *T. signata* reduziram a formação de galhas e número de juvenis de *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* e *M. hapla* em tomateiro. McSorley (1999) verificou que raízes de mamona (*Ricinus communis*), feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) e crotalária (*C. spectabilis*) não apresentaram

galhas ou massa de ovos quando testadas com *M. incognita*, *M. javanica* e *M. arenaria*, podendo estas culturas serem utilizadas em rotação. Em produção orgânica, a rotação de cultura é fundamental, como foi verificado por Moraes et al. (2006), na qual utilizou leguminosas mucuna-preta (*S. aterrimum*), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) e crotalária (*C. juncea*) em rotação com alface e repolho, em cultivo orgânico, e verificaram redução na população de *Meloidogyne* spp. em 42% e 51% nas hortaliças.

Chrysanthemum coronarium utilizado como adubo verde, foi efetivo na redução da população e na infecção de *M. incognita* e *M. javanica* em raízes de tomateiro (BAR-EYAL et al., 2006). As plantas *Ageratum houstonianum* e *Senecio bicolor* afetaram negativamente o desenvolvimento de juvenis de *Meloidogyne hapla* em tomateiro, estas antecederam o cultivo de tomateiro (THODEN et al., 2009). Plantas pertencentes a família Asteraceae foram testadas quanto a resistência ou suscetibilidade a *M. incognita*, e as espécies *Cosmos bipinnatus*, *C. sulphureus*, *Erigeron bonariensis*, *G. pulchella*, *Senecio rowleyanus*, *Tagetes erecta*, *Tithonia diversifolia*, *Wedelia trilobata* e *Zinnia elegans*, apresentaram-se resistentes ou imunes, e não apresentaram galhas nas raízes, podendo ser utilizadas no manejo de rotação de culturas (TSAY et al., 2004).

Algumas gramíneas e leguminosas apresentam propriedades antagonistas a várias espécies de nematoides, por exemplo o milho, as braquiárias, as crotalárias e as mucunas (FERRAZ et al., 2010).

Fungos de difícil controle apresentam estruturas de resistência, tais como, *Pythium*, *Phytophthora* (oósporos), *Fusarium* (clamidósporos) e *Sclerotium*, *Sclerotinia*, *Macrophomina* e *Verticillium* (escleródios), e podem manter-se viáveis após a decomposição completa dos restos culturais por longo período, no entanto, pode ser controlado por período mais longo (vários anos) de rotação de culturas ou pelo desenvolvimento da supressividade do solo (REIS et al., 2011).

A rotação de culturas milho-feijão combinado com o preparo do solo com grade reduziu a incidência de *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli*, que causa podridões radiculares em feijoeiro (BERNI et al., 2002). Este fungo se dissemina por macro e microconídios e sobrevive no solo na forma de clamidósporos por vários anos (BEDENDO, 2011).

Diversos fungos podem ser controlados pela rotação de culturas, tais como, *Ascochyta*, *Phoma*, *Phomopsis*, *Phylosticta*, *Stagonospora*, *Septoria*, *Fusarium*, *Microdochium*, *Colletotrichum*, *Cylindrosporium*, *Marssonina*, *Sphaceloma*, *Drechslera*, *Diplodia*, *Cercospora* e *Colletotrichum* (REIS et al., 2011).

Gramíneas de inverno como trigo, cevada, aveia e azevém e seus restos culturais são fonte de inóculo para *Colletotrichum graminicola* e *Giberella zeae*, sendo assim, milho

posterior a estas culturas não pode ser cultivado, devido ao inoculo estar presente na área (REIS et al., 2011).

A rotação de culturas com soja no verão anterior e azevém no inverno, reduziu a incidência de podridões do colmo em milho no verão, os fungos *Diplodia maydis* e *D. macrospora* foram as espécies isoladas com maior frequência nos colmos (DENTI; REIS, 2001).

No que se refere às doenças bacterianas, é impossível se falar em seu controle sem se mencionar o manejo integrado, independente da espécie vegetal infectada. Nesse caso, a rotação de culturas e eliminação de plantas capazes de manter a população de bactérias por longo tempo nas áreas infestadas são as medidas mais importantes, dentro de um conjunto de medidas integradas de controle, principalmente para espécies que não apresentam cultivares resistentes de boa aceitação comercial (TAKATSU; LOPES, 1997).

Bactérias como a *Ralstonia solanacearum* que causa a murcha bacteriana, está presente em muitos solos e apresenta ampla gama de hospedeiros, sendo que alguns biótipos deste patógeno podem sobreviver quatro a cinco anos livres no solo, sendo assim, o controle por rotação de culturas só será efetivo através da rotação por período mínimo de cinco anos sem a implantação de espécies suscetíveis (REIS et al., 2011).

A melhor combinação das culturas para a rotação necessita ser determinada para cada região a fim de tornar mais eficiente o controle das doenças através da rotação. Contudo, é necessário investigar o papel das plantas daninhas como mantenedoras dos patógenos na lavoura, do contrário corre-se o risco de redução dos benefícios proporcionados pela rotação (REIS et al., 2011), visto que quando há necessidade de controle de uma doença bacteriana, a eficácia do manejo deve ser conhecida, devido à complexidade das mesmas.

A rotação de culturas além de contribuir no controle de fitopatógenos de solo, atua na melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo, controle de pragas e plantas daninhas, controle da erosão, preservação de organismos antagonistas dos nematoides e estabilização ou aumento da produtividade (FERRAZ et al., 2010). Os mesmos autores ressaltam ainda que, apesar da eficiência dos adubos verdes, estes não apresentam retorno econômico para o produtor, fazendo pouco uso deste sistema de manejo, no entanto, em condições de alta infestação requer medidas drásticas e a divisão da propriedade em talhões, para que nos talhões infestados possa ser feita rotação de culturas, contribuindo assim para o controle dos patógenos do solo, enquanto que nas áreas menos afetadas o cultivo possa ocorrer normalmente de acordo com a necessidade do produtor, mantendo-se a viabilidade do sistema.

Pousio como manejo de doenças

A qualidade do solo é fundamental para a sustentabilidade do ecossistema, condiciona e sustenta a produção de alimentos, mantém a atividade microbológica, qualidade ambiental e promove a saúde das plantas e animais (ARAÚJO; MONTEIRO, 2007). E, o pousio é uma técnica de manejo usada para recuperar áreas degradadas após cultivo tradicional, onde o solo não é manejado, promovendo a recuperação da fertilidade, cobertura vegetal e do próprio poder de resiliência do solo, restaurando a população microbiana (ALMEIDA et al., 2012; MARTINS et al., 2014). De acordo com Rangel-Vasconcelos et al. (2012), o pousio de 23 meses em sistema agroflorestral na Amazônia Oriental melhorou a qualidade do solo.

Vários trabalhos sobre pousio do solo tem sido direcionados para solos semiáridos da região Nordeste, devido ao desmatamento da Caatinga e conseqüentemente perda da biodiversidade e alterações no solo, conseqüência da crescente demanda por produtos agrícolas (MARTINS et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2013). O pousio por 10 anos reduziu em 83% a perda de solo, melhorou as características físicas, químicas e biológicas, melhorando as condições hidrológicas e sedimentológicas na encosta semiárida degradada (ALMEIDA et al., 2012). Segundo Martins et al. (2014), o período de 15 anos foi suficiente para restaurar a população microbiana na região semiárida do Brasil.

Considerando que o agronegócio é uma atividade muito difundida no País e o pousio é uma medida que a terra fica improdutiva durante o período de descanso, outra maneira de manter a produtividade da terra e preservando-lhe é a técnica de manejo do pousio melhorado. Esta técnica diminui a improdutividade da terra, a curto prazo, e mantém produtiva por longo prazo (CIRNE; SOUZA, 2014).

O pousio melhorado consiste no plantio de leguminosas por um período aproximado de três anos em um talhão para restaurar a produtividade, enquanto o restante da área mantém o cultivo usual, e assim vai progredindo de talhão em talhão até recuperar toda a área. A escolha de leguminosas é devido a característica de suas raízes profundas trazerem para camadas superiores do subsolo os nutrientes, além de suas raízes e folhas fornecerem ao solo matéria orgânica, melhorando as condições vitais para os organismos e capacidade de retenção de água, entre outros benefícios. Essa técnica de rotação de culturas e do pousio combinadas apresenta um avanço tecnológico para a agricultura (CIRNE; SOUZA, 2014).

Os solos podem ter características supressivas, ou seja, solos que previnem naturalmente o estabelecimento e as atividades de fitopatógenos, tais como, *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Pythium*, *Sclerotium*, *Sclerotinia*, *Phytophthora*, *Verticillium*, *Gaeumannomyces* e outros (BETTIOL et al., 2009). Ainda os mesmos autores, a diversidade é a estratégia mais importante do que a ocorrência isolada de um antagonista, assim, vários mecanismos de ação atuam simultaneamente, e este é um dos problemas atuais da agricultura, manter a

comunidade desses organismos em equilíbrio para que não ocorra a quebra da supressividade.

A atividade biológica do solo, tais como fungos, bactérias, protozoários, microartrópodes, nematoides e anelidas, entre outros, são organismos que atuam sobre patógenos, por isso um solo com alta diversidade biológica apresenta maior capacidade de suprimir os patógenos. Nesse sentido, os fungos que atuam contra patógenos habitantes de solos são muito estudados como controle biológico, como o gênero *Trichoderma*, *Coniothyrium minitans*, *Fusarium oxysporum* não patogênico, *Pythium oligandrum*, *Sporidesmium sclerotivorum*, *Gliocladium virens* e *Clonostachys rosea* entre outros (ALABOUVETTE, 1986; LARKIN et al., 1996; TOYOTA et al., 1995).

As bactérias também estão envolvidas na supressividade dos solos, principalmente os gêneros *Pseudomonas* e *Bacillus*. As espécies que se destacam quanto a capacidade de inibir tanto bactérias e fungos patogênicos do gênero *Bacillus* é *B. subtilis* e *B. pumilus* (BETTIOL et al., 2009). Além da atuação dos solos por antibiose e competição, deve se dar atenção para a ação das rizobactérias promotoras de crescimento na bioproteção de plantas contra patógenos (MELO, 1998). As actinobactérias tem ação contra patógenos principalmente pela produção de antibióticos (BETTIOL et al., 2009). Sendo assim, cada organismo tem determinado potencial para controlar naturalmente os patógenos habitantes do solo, e o importante é ajustar práticas agrícolas que estimulem a sobrevivência e a multiplicação desses organismos para manter ou tornar o solo supressivo (BETTIOL et al., 2009).

As características físicas e químicas do solo, tais como teor de matéria orgânica, pH, macro e micronutrientes, estrutura, textura, retenção de água e condutividade elétrica, entre outras, interferem indiretamente e diretamente na supressividade do solo. Indiretamente pela atividade microbiana e indiretamente por interferir no ciclo de vida do patógeno. Solos com mais matéria orgânica geralmente tem maior supressividade, devido a capacidade de suportar maior atividade microbiana e melhorar a estrutura do solo, ainda a matéria orgânica pode ser fonte de micronutrientes, hormônios, substâncias de sua decomposição, aminoácidos e outras que podem atuar diretamente sobre o patógeno ou induzir resistência no hospedeiro (BETTIOL et al., 2009).

Considerações finais

A rotação de culturas consiste numa prática de suma importância para o equilíbrio do sistema produtivo, além dos inúmeros compostos tóxicos aos patógenos de solo que as plantas possuem e liberam, interferindo na fonte de inóculo, estas contribuem para a melhoria das características dos solos. Já, as técnicas de pousio possuem inúmeras vantagens para o solo, porém devem ser melhor estudadas para cada sistema de produção e região, para que

não se torne uma técnica de manejo inviável. Nesse sentido, a estratégia mais importante para o sistema agrícola produtivo é a diversidade de técnicas de manejo, com atuação de vários mecanismos de ação contra fitopatógenos de solo.

Referências Bibliográficas

AISSANI, N.; TEDESCHI, P.; MAIETTI, A.; BRANDOLINI, V.; GARAU, V. L.; CABONI, P. Nematicidal activity of allylthiocyanate from horseradish (*Armoracia rusticana*) roots against *Meloidogyne incognita*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 61, p. 4723-4727, 2013.

ALABOUVETTE, C. Fusarium-wilt suppressive soils from Chateaufort region: review of 10 years of study. **Agronomie**, v. 6, p. 273-284, 1986.

ALMEIDA, C.L.; OLIVEIRA, J.G.B.; ARAÚJO, J.C. Impacto da recuperação de área degradada sobre as respostas hidrológicas e sedimentológicas em ambiente semiárido. **Water Resources and Irrigation Management**, v.1, n.1, p. 39-50, 2012.

AMORIM, L.; PASCHOLATI, S.F. Ciclo de relações patógeno-hospedeiro. In: AMORIM, L.; RESENDE, J.A. M.; BERGAMIM FILHO, A. Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos. 4 ed. São Paulo: **Agronômica Ceres**, 2011. cap. 4, p. 59-98.

ARAÚJO, A.S.F. de; MONTEIRO, R.T.R Biological indicators of soil quality. **Bioscience Journal**, v. 23, n.3, p. 66-75, 2007.

BABU, R.O.; MOORKOTH, D.; AZEEZ, S.; EAPEN, S.J. Virtual screening and in vitro assay of potential drug like inhibitors from spices against Glutathione-S-Transferase of *Meloidogyne incognita*. **Bioinformation**, Singapore, v. 8, n. 7, p. 319-325, 2012.

BAR-EYAL, M.; SHARON, E.; SPIEGEL, Y. Nematicidal activity of *Chrysanthemum coronarium*. **European Journal of Plant Pathology**, v. 114, p. 427-433, 2006.

BEDENDO, I.P. Podridões da raiz e colo. In: AMORIM, L.; RESENDE, J.A. M.; BERGAMIM FILHO, A. Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos. 4 ed. São Paulo: **Agronômica Ceres**, 2011. cap. 23, p. 443-449.

BEDENDO, I.P.; MASSOLA JR, N.S.; AMORIM, L. Controle cultural, físico e biológico de doenças de plantas. In: AMORIM, L.; RESENDE, J.A. M.; BERGAMIM FILHO, A. Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos. 4 ed. São Paulo: **Agronômica Ceres**, 2011. cap. 17, p. 367-376.

BÉLAIR, G. Effects of cropping sequences on population densities of *Meloidogyne hapla* and carrot yield in organic soil. **Journal of Nematology**, v. 24, p. 450-456, 1992.

BERNI, R.F.; SILVEIRA, P.M.; COSTA, J.L.S. Influência do preparo de solo e da rotação de culturas na severidade de podridões radiculares no feijoeiro comum. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 32, n. 2, p. 69-74, 2002.

BETTIOL, W. GHINI, R.; MARIANO, R.R.L.; MICHEREFF, S.J.; MATTOS, L.P.V.; ALVARADO, I.C.M.; PINTO, Z.V. Supressividade a Fitopatógenos habitantes do solo. In: BETTIOL, W.; MORANDI, M.A.B. Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas. Jaguariúna: **Embrapa Meio Ambiente**, 2009. Cap. 12, p. 187-208.

BRINGEL, J.M.M.; SILVA, G.S. Efeito antagônico de algumas espécies de plantas a *Helicotylenchus multicinctus*. **Nematologia Brasileira**, v. 24, n. 2, p. 179-181, 2000.

- BUENO, C.J.; FISCHER, I.H. Manejo de fungos fitopatogênicos habitantes do solo. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 3, n. 2, 2006. p. 9.
- CIRNE, M.B.; SOUZA, A.G.S.M.; Pousio: o que é e quais são os seus possíveis reflexos nas questões ambientais. **Veredas do Direito**, v. 11, n. 21, p. 75-108, 2014.
- COLTRO-RONCATO, S.; GONÇALVES, E.D.V.; DILDEY, O.D.F.; KUHN, O.J.; STANGARLIN, J.R. Fitoquímicos como controle alternativo de nematoides. In: KUHN, O.J.; NUNES, R.V.; STANGARLIN, J.R.; RAMPIM, L.; FEY, R.; COSTA, N.V.; COSTA, P.B.; GUIMARÃES, V.F.; ZAMBOM, M.A. **Ciências agrárias: tecnologias e perspectivas**. Marechal Cândido Rondon: UNIOESTE, 2015. cap. 10, p. 188-206.
- CHARCHAR, J.M.; ARAÚJO, M.T. Rotação de *Crotalaria spectabilis* com tomate visando controle de *Meloidogyne javanica*. **Horticultura Brasileira**, v. 10, n. 2, 1992.
- CUNHA, F.R., OLIVEIRA, D.F. & CAMPOS, V.P. Extratos vegetais com propriedades nematicidas e purificação do princípio ativo do extrato de *Leucaena leucocephala*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, p.438-441. 2003.
- DENTI, E.A.; REIS, E.M. Efeito da rotação de culturas, da monocultura e da densidade de plantas na incidência das podridões da base do colmo e no rendimento grãos do milho. **Fitopatologia Brasileira**, v. 26, p.635-639, 2001.
- DIAS-ARIEIRA, C.R.; FERRAZ, S.; FREITAS, L.G.; MIZOBUTSI, E.M. Penetração e desenvolvimento de *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *Heterodera glycines* em quatro gramíneas forrageiras. **Nematologia Brasileira**, v. 26, n. 1, p. 35-41, 2002.
- DIAS-ARIEIRA, C.R.; FERRAZ, S.; FREITAS, L.G.; MIZOBUTSI, E.H. Avaliação de gramíneas forrageiras para o controle de *Meloidogyne incognita* e *M. javanica* (Nematoda). **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 25, n. 2, p. 473-477, 2003.
- FREITAS, L.G.; OLIVEIRA, R.D.L.; FERRAZ, S. **Introdução à nematologia**. Viçosa: UFV, 2009, 92 p.
- FERRAZ, S.; FREITAS, L.G.; LOPES, E.A.; DIAS-ARIEIRA, C.R. **Manejo sustentável de fitonematoides**. 1. ed. Viçosa: UFV, 2010. 304 p.
- FERRAZ, L.C.C.B.; MONTEIRO, A.R. Nematoides. In: AMORIM, L.; RESENDE, J.A. M.; BERGAMIM FILHO, A. Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos. 4 ed. São Paulo: **Agrônômica Ceres**, 2011. cap. 13, p. 277-305.
- HENZ, G.P. Doenças da mandioquinha-salsa e sua situação atual no Brasil. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 2, p. 135-144, 2002.
- INOMOTO, M. M.; MOTTA, L. C. C.; BELUTI, B.; MACHADO, A. C. Z. Reação de seis adubos verdes a *Meloidogyne javanica* e *Pratylenchus brachyurus*. **Nematologia Brasileira**. v. 30, p. 39-44, 2006.
- LARKIN, R.P.; HOPKINS, D.L.; MARTIN, F.N. Suppression of Fusarium wilt of watermelon by nonpathogenic *Fusarium oxysporum* and other microorganisms recovered from a disease suppressive soil. **Phytopathology**, v. 86, p. 812-819, 1996.
- LEONI, O.; IORI, R.; PALMIERI, S.; ESPOSITO, E.; MENEGATTI, E.; CORTESI, R.; NASTRUZZI, C. Myrosinase-generated isothiocyanate from glucosinolates: isolation, characterization and in vitro antiproliferative studies. **Bioorganic & Medicinal Chemistry**, Oxford, v. 5, n. 9, p. 1799-1806, 1997.
- LOPES, C. A.; POLTRONIERI, L. S.; ALBUQUERQUE, F. C.; TRINDADE, D. A murcha bacteriana em pimenta longa. **Horticultura Brasileira**, n. 140, 1997.

- MARQUES, E. **Murcha bacteriana do eucalipto causada por *Ralstonia solanacearum* Raça 3 biovar 2T: etiologia, influência do solo e controle**. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília, 2012. 187p.
- MARTINS, S.C.S.; PINHEIRO, M.S.; OLIVEIRA, A.V.; FIALHO, J.S.; MARTINS, C.M. Efeito do pousio na recuperação de um solo sob caatinga no semiárido brasileiro. **Enciclopédia Biosfera**, Goiania, v. 10, n. 19, p. 2194-2204, 2014.
- MELO, I.S. Rizobactérias promotoras de crescimento de plantas: descrição e potencial de uso na agricultura. In: MELO, I.S.; AZEVEDO, J.L. **Ecologia Microbiana**. Jaguariúna. Embrapa Meio Ambiente, p. 87-116, 1998.
- McSORLEY, R. Host suitability of potential cover crops for root-knot nematodes. **Supplement to the Journal of Nematology**, v. 31, n. 4, p. 619-623, 1999.
- MORAES, S.R.G., CAMPOS, V.P., POZZA, E.A., FONTANETTI, A., CARVALHO, G.J. & MAXIMINIANO, C. Influência de leguminosas no controle de fitonematóides em cultivo orgânico de alface americana e repolho. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, p. 188-191, 2006.
- OLIVEIRA, R.D.L.; DHINGRA, O.D.; LIMA, A.O.; JHAM, G.N.; BERHOW, M.A.; HOLLOWAY, R.K.; VAUGHN, S.F. Glucosinolate content and nematicidal activity of Brazilian wild mustard tissues against *Meloidogyne incognita* in tomato. **Plant and soil**, The Hague, v. 341, p. 155-164, 2011.
- OLIVEIRA, L.G.; CAVALCANTI, M.A.Q.; FERNANDES, M.J.S.; LIMA, D.M.M. Diversity of filamentous fungi isolated from the soil in the semiarid area, Pernambuco, Brazil. **Journal of Arid Environments**, v. 95, p. 49-54, 2013.
- OLABIYI, T.I.; OYEDUNIMADE, E.E.A.; JBIKUNLE, G.J.; OJO, O.A.; ADESINA, G.O.; ADELASOYE, K.A.; OGUNNIRAN, T.A. Chemical composition and bio-nematicidal potential of some weed extracts on *Meloidogyne incognita* under laboratory conditions. **Plant Sciences Research**, Cambridge, v. 1, n. 2, p. 30-35, 2008.
- PETERS, R.D.; STURZ, A.V.; CARTER, M.R.; SANDERSON, J.B. Developing disease-suppressive soils through crop rotation and tillage management practices. Soil & Tillage Research, **Maryland Heights**, v.72, p. 181-192, 2003.
- PLOEG, A.T.; MARIS, P.C. Effect of temperature on supression of *Meloidogyne incognita* by Tagetes cultivars. **Journal of Nematology**, v. 31, p. 709-714, 1999.
- RANGEL-VASCONCELOS, L.G.T.; KATO, O.R.; VASCONCELOS, S.S. Matéria orgânica leve do solo em sistema agroflorestal de corte e trituração sob manejo de capoeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n.8, p. 1142-1149, 2012.
- REIS, E.M.; CASA, R.T.; BIANCHIN, V. Controle de doenças de plantas pela rotação de culturas. **Summa Phytopathologica**, v.37, n.3, p.85-91, 2011.
- SALGADO, S.M.L.; BORGES, J. Controle alternativo de fitonematoides. In: VENZON, M.; PAULA JUNIOR, T.J.; PALLINI, A. **Avanços no controle alternativo de pragas e doenças**. Viçosa: EPAMIG-CTZM, 2008. Cap. 10, p.179-206.
- SEREIA, A.F.R.; ASMUS, G.L.; FABRÍCIO, A.C. Influência de diferentes sistemas de produção sobre a população de *Rotylenchulus reniformis* (Linford & Oliveira, 1940) no solo. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 31, n. 1, 2007.
- SILVA, E.K.C.; MELO, L.G.L. Manejo de doenças de plantas: um enfoque agroecológico. EDUCAmazônia – **Educação Sociedade e Meio Ambiente**, v. 10, n. 1, p. 143-157, 2013.

SCHERM, H.; YANG, X. B.; LUNDEEN, P. Relationship of soil factors to severity of sudden death syndrome of soybean in Iowa. **Phytopathology**, St. Paul, v. 86, p. 84, 1996.

SOUZA, V.L.; MARINGONI, A.C. Análise ultraestrutural da interação de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* em genótipos de feijoeiro. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.34, n.4, p.318-320, 2008.

SOUZA, V.L.; MARINGONI, A.C.; CARBONELL, S.A.M.; ITO, M.F. Genetic resistance to *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* in bean genotypes. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.32, n.4, p.339-344, 2006.

SUMNER, D.R.; BELL, D.K. Survival of *Rhizoctonia* spp. and root diseases in a rotation of corn, snap bean, and peanut in microplots. **Phytopathology**, v. 84, n. 2, p. 113-118, 1994.

TAKATSU, A.; LOPES, C.A. Murcha-bacteriana em hortaliças: avanços científicos e perspectivas de controle. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 15, p. 170-177, 1997. Palestra. Suplementos.

TOYOTA, K.; KITAMURA, M.; KIMURA, K. Suppression of *Fusarium oxysporum* f. sp. *raphani* PEG-4 in soil following colonization by other *Fusarium* spp. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 27, p. 41-46, 1995.

THODEN, T.C.; HALLMANN, J.; BOPPRÉ, M. Effects of plants containing pyrrolizidine alkaloids on the northern root-knot nematode *Meloidogyne hapla*. **European Journal Plant Pathology**, v. 123, p. 27-36, 2009.

TSAY, T.T.; WU, S.T.; LIN, Y.Y. Evaluation of Asteraceae Plants for Control of *Meloidogyne incógnita*. **Journal of Nematology**, v. 36, n. 1, p. 36-41, 2004.

WEAVER, D.B.; RODRÍGUEZ-KÁBANA, R.; CARDEN, E.L. Velvetbean and bahiagrass as rotation crops for management of *Meloidogyne* spp. and *Heterodera glycines* in soybean. **Journal of Nematology**, v. 30, p. 563-568, 1998.

WU, H.; WANG, C.J.; BIAN, X.W. B.; ZENG, S.Y.; LIN, K.C.; WU, B.; ZHANG, G.A.; ZHANG, X. Nematicidal efficacy of isothiocyanates against root-knot nematode *Meloidogyne javanica* in cucumber. **Crop Protection**, Amsterdam, v. 30, p. 33-37, 2011.

Capítulo 11

Bactérias Promotoras de Crescimento Vegetal: da FBN à regulação hormonal, possibilitando novas aplicações

Vandeir Francisco Guimarães¹

Andre Gustavo Battistus^{2,3*}

Aline Kelly Pomini de Souza³

Lucas Guilherme Bulegon³

Luiz Claudio Offemann³

Adriano Mitio Inagaki³

¹Professor Associado da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unioeste, Campus Marechal Cândido Rondon, Rua Pernambuco, 1777, Caixa Postal 1.008, Centro, 85.960-000, Marechal Cândido Rondon, PR; vandeirfg@yahoo.com.br;

²Professor UDC Medianeira - Faculdade Educacional de Medianeira, Rua Rio Branco, 1820, Centro, 85.884-000, Medianeira, PR; andre_battistus@hotmail.com; *Autor correspondente.

³Programa de Pós-graduação em Agronomia - PPGA, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste, Campus Marechal Cândido Rondon, Rua Pernambuco, 1777, Caixa Postal 1.008, Centro, 85.960-000, Marechal Cândido Rondon, PR; alinepomini@msn.com; lucas_bulegon@yahoo.com.br; l.offemann@hotmail.com; mitioinagaki@gmail.com

Histórico

Ao final do século XIX, mais especificamente no ano de 1888, a humanidade desvendava um processo natural que impulsionaria a produtividade de diversas culturas décadas depois. Essas culturas vieram a se tornar pontos chave para a segurança alimentar mundial atual, como a soja, o feijão e demais espécies leguminosas.

A este processo natural atribui-se o nome de fixação biológica de nitrogênio, descoberta pelo engenheiro químico, botânico, bacteriologista e microbiologista do solo holandês Martinus Willem Beijerinck, o qual elucidou que o processo de fixação de nitrogênio é efetuado por bactérias. Além dessa grande contribuição, Beijerinck também é conhecido como pai da virologia, por provar que o mosaico do tabaco é ocasionado por algo menor que uma bactéria (BEIJERINCK, 1898).

Beijerinck foi responsável pela transmissão de conhecimento a novos pupilos nas áreas de microbiologia e bacteriologia até o ano de 1921, tendo ocupado a cadeira de docente na Universidade de Wageningen e Universidade Técnica de Delft (BEIJERINCK, 1898). Deste modo, o ramo de microbiologia do solo foi difundindo-se pela Europa, dando origem a novas gerações de microbiologistas de solo, iniciada no Brasil pela Dr^a. Johanna Döbereiner.

Engenheira Agrônoma formada em 1950 pela Escola Superior de Agronomia Freising-Weihenstephan da Escola Superior Técnica de Munique, Johanna veio ao Brasil a convite do pai, iniciando sua carreira profissional no Instituto de Ecologia e Experimentação Agrícola, atualmente Embrapa Microbiologia.

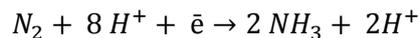
Intrigada inicialmente com a capacidade das pastagens nativas estarem sempre verdes sem suplementação nitrogenada, levou a Dr^a. Döbereiner a desenvolver pesquisas buscando elucidar as causas dessa manutenção. Ao mesmo tempo, o êxito em sucessivos cultivos de cana-de-açúcar no Brasil gerava mais perguntas em como aquela cultura mantinha seu patamar produtivo sem necessidade de adubação nitrogenada. Deste modo, após anos de pesquisa, a Dr^a. Döbereiner isolou as bactérias *Azotobacter paspali* (DÖBEREINER, 1966) e *Beijerinckia fluminensis* (DÖBEREINER; RUSCHEL, 1958), respectivamente responsáveis pelos eventos descritos nas pastagens e cana-de-açúcar (BALDANI; BALDANI, 2005).

Vislumbrada pelo próspero campo da fixação biológica de um nutriente tão essencial quanto o nitrogênio, a Dr^a. Döbereiner prosseguiu suas pesquisas, possibilitando o desenvolvimento de importantes programas nacionais como o Proálcool e a produção em larga escala de inoculantes para soja e cana-de-açúcar, poupando anualmente à economia do país mais de 1 bilhão de dólares em gastos com redução industrial de nitrogênio.

No início dos anos 70, o desenvolvimento de um método, batizado como redução do acetileno, permitiu a mensuração da fixação biológica de nitrogênio promovida pelas bactérias, associado ao desenvolvimento de meio de cultura semi-sólido que simulava os níveis de oxigênio encontrados no solo. Isto possibilitou também a descoberta de duas espécies de *Azospirillum*: *A. lipoferum* e *A. brasilense*, iniciando a pesquisa focada em fixação biológica de nitrogênio em gramíneas no Brasil (BALDANI; BALDANI, 2005).

Fixação biológica de nitrogênio por bactérias

A fixação biológica de nitrogênio é apenas desenvolvida em organismos que apresentem um complexo proteico denominado complexo enzimático nitrogenase. Este complexo é baseado em uma série de reações redox através de complexos proteicos formados por ferro e molibdênio, capaz de reduzir o nitrogênio atmosférico (N₂) para a forma inorgânica combinada, a amônia (NH₃), que se torna disponível para plantas (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006), como demonstrado na seguinte equação:



Atividade in vitro do complexo nitrogenase

Como brevemente relatado no tópico introdutório deste capítulo, o desenvolvimento da técnica de redução do acetileno permitiu a mensuração direta da atividade do complexo enzimático nitrogenase. Isto é possível devido ao complexo enzimático nitrogenase ser capaz de realizar a redução de outras substâncias, com o mesmo gasto energético (ATP) e demanda de poder redutor (\bar{e}) necessário a redução do nitrogênio (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Deste modo, o método baseia-se na ação *in vitro* e demanda um ambiente fechado para retirada dos gases atmosféricos e injeção de acetileno nesta atmosfera. Por sua vez, o complexo nitrogenase irá capturar o acetileno (CH_2) e reduzi-lo a etileno (CH_4), incorporando elétrons à reação. Desta forma, tem-se como produto o gás etileno, que é passível de mensuração via cromatografia gasosa, estimando a atividade do complexo enzimático nitrogenase por meio do produto da reação.

Exposição do complexo nitrogenase ao oxigênio

Por se tratar de uma sequência de reações redox e necessidade de transporte de elétrons, o complexo enzimático nitrogenase apenas trabalha de forma eficiente sob condições de microaeração, ou seja, em condições de baixa disponibilidade de oxigênio. Sendo assim, quando na presença de oxigênio, o mesmo é um forte acceptor de elétrons, capturando-os para si, impedindo que esses elétrons cheguem até o passo final, onde seriam necessários para ligar as moléculas de hidrogênio à molécula de nitrogênio (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Quando trata-se de interação simbiótica associativa entre bactérias rizobiáceas e leguminosas, o enovelamento intenso dos pelos radiculares promovido por estímulos bacterianos hormonais leva a formação de nódulos. Essa estrutura nodular permite o controle dos níveis de oxigênio dentro do nódulo, constituindo um ambiente com baixos teores de oxigênio e proporcionando condições ideais para a fixação de nitrogênio. Devido a este fato, a fixação biológica de nitrogênio apresenta grande taxa de sucesso quando avaliada a interação simbiótica entre bactérias rizobiáceas e leguminosas.

Porém, quando se consideram as bactérias simbióticas não associativas, como o caso do gênero *Azospirillum* e muitos outros, não há estímulo de nodulação nos vegetais, optando por colonizar áreas superficiais (TORTORA et al., 2012), ou mesmo, se locomover internamente via xilema e floema (RONCATO-MACCARI et al., 2003).

Deste modo, esses grupos de bactérias estão expostas a ambientes com elevada concentração de oxigênio, não sendo compatível com a atividade teórica do complexo

enzimático nitrogenase. Ao mesmo tempo, esses microrganismos necessitam de mais mecanismos para garantir sua aderência às estruturas vegetais, principalmente embasada na excreção de exopolissacarídeos (PEREG GERK et al., 2000).

Atividade in vivo do complexo nitrogenase

Por vários anos, devido à limitação dos métodos aplicados para se estudar a fixação biológica de nitrogênio envolvendo bactérias não simbióticas, as respostas geradas indicavam capacidade de fixação do elemento. Nesta abordagem vale ressaltar que os métodos aplicados eram o de redução de acetileno à etileno em condições *in vitro*.

Contudo, ao final do século XX, com o desenvolvimento de técnicas moleculares, sequenciamento genético e possibilidade de amplificação do DNA expresso, os pesquisadores conseguiram determinar que a fixação biológica de nitrogênio e a atividade do complexo nitrogenase era codificada por um determinado conjunto de genes, mais tarde denominados como *genes nif*. Essa descoberta permitiu a verificação da atividade de fixação biológica de *in vivo* das bactérias, ou seja, em seu ambiente natural, na rizosfera ou endofiticamente.

Baseado nesta técnica molecular, aliado aos antigos testes *in vitro*, determinou-se que em condições microaeróbicas (pouco oxigênio) as bactérias apresentam maior motilidade, com baixa excreção de exopolissacarídeos, e atividade intensa da nitrogenase, expressada pelo conjunto de *genes nif*. Contudo, quando amplificado e estudado a expressão gênica das bactérias em associação às plantas, verificou-se que as mesmas sofriam adaptações, perdendo sua capacidade de motilidade, elevando a produção de exopolissacarídeos para criação de biofilme protetor, e por fim, inibindo a expressão do conjunto *nif* (PEREG GERK et al., 2000).

Esses estudos indicaram que a fixação biológica de nitrogênio é executada por bactérias não-simbióticas como o *Azospirillum*, porém, esta atividade é inibida quando em condições naturais de interação com a planta, onde a bactéria está exposta à ambientes com níveis elevados de oxigênio (MONTEIRO et al., 2008).

Entretanto, mesmo com a inatividade *in vivo* da fixação biológica de nitrogênio, essas bactérias continuavam a incrementar o desenvolvimento e produtividade de culturas, levando os pesquisadores a buscar novas explicações para a causa de seus benefícios, abordando com mais ênfase a promoção de crescimento por outros mecanismos em detrimento à ideia de fixação biológica de nitrogênio.

Bactérias promotoras de crescimento vegetal

Bactérias promotoras de crescimento vegetal (BPCV), ou bactérias promotoras de crescimento de plantas, incluem microrganismos de vida livre, que formam relações simbióticas específicas com plantas, endófitos bacterianos que podem colonizar alguns ou uma grande parte dos tecidos de uma planta, e cianobactérias (GLICK, 2012).

Estas bactérias colonizam tanto a região rizosférica como tecidos internos do vegetal (Baldani e Baldani, 2005; Huergo et al., 2008), apresentando motilidade guiada por mecanismo de localização quimiotática para ácidos orgânicos, açúcares, aminoácidos e compostos aromáticos exsudados pelas raízes (STEENHOUDT; VANDERLEYDEN, 2000), beneficiando-se dessas fontes de carbono e energia (ARSHAD et al., 2007).

A atividade biorreguladora desses microrganismos é função da produção e excreção hormonal, destacando-se auxinas, giberelinas e citocininas (BASHAN et al., 2004; MASCIARELLI et al., 2013; TIEN et al., 1979), redução dos níveis de etileno no vegetal devido à ação da enzima ACC-deaminase, desviando compostos de rotas metabólicas que dariam origem ao hormônio gasoso no vegetal para a bactéria (Blaha et al., 2006) e produção de outros compostos, como poliaminas (CASSÁN, MAIALE, et al., 2009; PERRIG et al., 2007).

Aliado à biorregulação vegetal, mecanismos como a solubilização de fosfatos inorgânicos (RODRIGUEZ et al., 2004), e incrementos na atividade do óxido nítrico (ALEN'KINA; NIKITINA, 2010; CREUS et al., 2005) podem contribuir para o desenvolvimento vegetal e aumento da tolerância a condições de estresse (HAMDIA et al., 2004). Desta forma, o sinergismo presente entre os mecanismos de ação dessas bactérias resulta em maior desenvolvimento radicular, melhor exploração do solo e absorção de nutrientes (HUNGRIA et al., 2010; RADWAN et al., 2004).

Regulação de crescimento via hormônios vegetais

Usualmente, a produção de fitohormônios por bactérias promotoras de crescimento de plantas incluem as auxinas, citocininas e giberelinas (ILYAS; BANO, 2010; PERRIG et al., 2007), com redução da expressão de ácido abscísico (CASSÁN, MAIALE, et al., 2009).

As auxinas, ou mais especificamente o ácido 3-indol acético (AIA), possuem diversas funções no crescimento e desenvolvimento das plantas, estando presente na maioria dos estádios do ciclo de vida de um vegetal, da germinação à senescência. Este grupo hormonal regula alguns processos, dentre estes a dominância apical, abscisão foliar, formação de raízes laterais e diferenciação vascular (TAIZ; ZEIGER, 2013). Algumas bactérias também apresentam capacidade de sintetizar giberelinas e citocininas (GLICK, 2012), estando estes

grupos de hormônios diretamente ligados ao alongamento celular e a juvenildade da planta, acarretando em incremento de porte e longevidade do vegetal.

Em contrapartida, a redução dos níveis de ácido abscísico gerado pela interação de bactérias promotoras de crescimento vegetal e plantas (CASSÁN, MAIALE, et al., 2009) permite aos vegetais elevar a atividade em diversos pontos do metabolismo primário (fotossíntese), pois o grupo hormonal é responsável pela inibição de síntese e degradação de clorofila, DNA, proteínas, entre outros, acarretando em redução da expansão foliar e atividade fotossintética (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Atividade enzimática da ACC-deaminase

A ACC-deaminase é uma enzima considerada chave para a produção vegetal, sendo responsável pela clivagem do aminoácido precursor do etileno na planta, ACC (ácido 1-carboxílico-1-aminociclopropano), reduzindo os níveis de ACC nas plantas.

As bactérias promotoras de crescimento vegetal captam aminoácidos exsudados na região rizosfera pelas plantas. A partir desses aminoácidos, essas bactérias excretam auxinas, induzindo o crescimento e proliferação de raízes secundárias e pelos radiculares. Contudo, quando os vegetais apresentam elevação nos níveis de auxinas, também se eleva a atividade da enzima ACC-sintase, transformando S-adenosil-L-metionina (SAM) à ACC. Por sua vez, o ACC é precursor direto do etileno, sintetizado devido a atividade da ACC-oxidase, acarretando em respostas à estresse, inibição do crescimento, aumento da respiração celular e senescência da planta (GLICK, 2014).

Neste ponto, bactérias promotoras de crescimento desviam o ACC produzido na região radicular para si, degradando-o com auxílio da enzima ACC-deaminase, gerando amônia para síntese de aminoácidos a serem utilizados em seu metabolismo, e α -cetobutirato, composto facilmente integrado ao ciclo de Krebs para geração de energia através da respiração (ARSHAD et al., 2007).

E nesse passo levanta-se a questão: se a bactéria é uma fixadora de nitrogênio, apresentando capacidade de redução de N_2 à amônia, porque ela necessitaria buscar amônia por meio do desvio da ACC? O levantamento dessa hipótese leva a crer que mesmo que essas espécies de bactérias fixem nitrogênio, o mesmo não é suficiente para manutenção própria, evolutivamente forçando-as a desenvolver outros mecanismos para captação de compostos nitrogenados.

Poliaminas

Poliaminas, apesar de modularem diversas resposta vegetais, não são consideradas hormônios visto que seus níveis necessários para as respostas são mais elevados que os

hormônios convencionais, sendo portando consideradas reguladores vegetais. Estes reguladores atuam mais especificamente na divisão e alongamentos celulares, no enraizamento e na diferenciação vascular, devido a tais como síntese de proteínas

Bactérias promotoras de crescimento vegetal são responsáveis pela produção e excreção de diversas poliaminas, como putrescina, espermidina, espermina e cadaverina (PERRIG et al., 2007), catalisando os efeitos de hormônios como auxinas, giberelinas e citocininas, promovendo principalmente a formação inicial de pelos radiculares. Esses efeitos reunidos culminam em mitigação de situações de estresse osmótico, incrementando o status hídrico do vegetal e reduzindo a produção de ácido abscísico (CASSÁN, MAIALE, et al., 2009), estimulando a fotossíntese e síntese de diversos compostos.

Óxido nítrico

O óxido nítrico é uma pequena biomolécula, relacionada no metabolismo vegetal como participante central do crescimento e formação de raízes. Este efeito deve-se à mediação via sinalização de rotas produtoras de AIA, afetando a formação de raízes laterais e adventícias (AMENTA et al., 2015). Também, o óxido nítrico é responsável por modular respostas à estresses e reações de proteção a essas situações (ALEN'KINA; NIKITINA, 2012).

Porém, o óxido nítrico produzido pelas BPCV tem função direta na formação de biofilme, essencial à sua colonização e estabilização no sistema radicular (ARRUEBARRENA DI PALMA et al., 2013). Deste modo, um mecanismo utilizado diretamente para benefício bacteriano, é excretado junto ao biofilme, afetando indiretamente o sistema radicular, incrementando a formação de pelos radiculares e raízes secundárias (CREUS et al., 2005; MOLINA-FAVERO et al., 2008).

Solubilização de fosfatos

Depois do nitrogênio, o fósforo é o elemento que mais limita o crescimento dos vegetais na maioria dos solos, podendo ser encontrado no solo nas formas orgânica e inorgânica. A adubação com fósforo é uma prática comum em solos agrícolas, mas, a grande parte do fósforo aplicado acaba se tornando indisponível para as plantas, por ser rapidamente imobilizado por íons de ferro e alumínio em solos ácidos e por íons de cálcio em solos alcalinos (MOREIRA et al., 2010).

Diversos grupos de microrganismos presentes no solo ou na rizosfera são capazes, por meio de mecanismos diversos, de extrair ou solubilizar fósforo (P) de frações insolúveis no solo e de fosfatos inorgânicos naturais pouco solúveis. Além disso, sua solubilização pode resultar da produção de CO₂ e de ácidos orgânicos oriundos da mineralização de carbono orgânico, ou da produção de enzimas e de compostos quelantes e complexantes pela

microbiota, exercendo ação solubilizadora direta sobre os fosfatos inorgânicos, transformando CO_2 em H_2CO_3 (ácido carbônico), que solubiliza fosfatos de cálcio e magnésio.

Deste modo, a utilização de microrganismos solubilizadores de fosfato ou o manejo de suas populações no solo constituem alternativas para melhorar a disponibilidade de fósforo para as plantas. Mesmo com a ocorrência generalizada de microrganismos com capacidade de mineralizar-solubilizar fosfatos no solo, essa atividade exercida pela microbiota natural não é elevada o suficiente para suprir a demanda de fósforo (GALVÃO, 2010).

Assim, o aporte de bactérias promotoras de crescimento vegetal no sistema solo-planta é capaz de incrementar a solubilização de fosfato, liberando mais compostos fosfatados aos vegetais, evidenciado em interações de entre BPCV e cana-de-açúcar (LIRA-CADETE et al., 2012) e milho (PEDRINHO et al., 2010).

Produção de sideróforos

A produção de sideróforos é realizada por microrganismos que desenvolveram uma estratégia mais eficiente para a captação do ferro, elemento abundante no solo, na forma de hidróxido férrico, que é indisponível para as plantas (GALVÃO, 2010). Os sideróforos atuam nas relações entre microrganismos com forte influência sobre alguns patógenos de solo e na nutrição de plantas, melhorando a absorção de ferro em condições de deficiência deste elemento no solo.

Dos microrganismos que apresentam essa capacidade, as espécies predominam na região rizosférica, desta forma é esperado que para sobreviverem neste ambiente sejam antagonistas eficientes, por meio de diferentes mecanismos: Atuando de forma direta na promoção de crescimento de plantas pela disponibilização de ferro para a planta, ou de forma indireta por reduzir a disponibilidade de ferro a patógenos de solo (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

Tolerância à estresses

As modificações que ocorrem nos vegetais para tolerarem estresses ambientais envolvem uma série de respostas fisiológicas, bioquímicas e morfológicas. Os vegetais apresentam mecanismos de aclimação sendo representado por uma série de modificações fisiológicas temporárias, que envolvem processos metabólicos em resposta à presença do estresse, ou de adaptação quando fazem o uso das adaptações morfo-fisiológicas definitivas e hereditárias.

Por sua vez a aclimação envolvem processos que demandam respostas mais rápidas estando presente nas plantas adaptadas, e podem ser influenciadas pelo manejo e tratos culturais empregados nas plantas.

Com base no exposto, ressalta-se que o uso de BPCV em plantas atuam nos mecanismos de aclimação vegetal, sendo processo dependente do meio, para que as respostas sejam maximizadas ou minimizadas.

A primeira forma das plantas se aclimatarem a condição de estresse hídrico e/ou elevadas temperaturas se mostra via as respostas fisiológicas, desencadeadas rapidamente pelo fechamento estomático, conseqüentemente reduzindo a taxa fotossintética e transpiratória. Nestas condições de estrita demanda, a atividade bacteriana é modificada (HUESO et al., 2012), e a produção de ácido abscísico é incrementada via sinalização exercida por BPCV, acelerando o fechamento estomático condições de déficit hídrico (TARDIEU et al., 2010), mantendo-se fisiologicamente ativa por um maior período. Desta forma, as plantas apresentam maior eficiência no uso da água, gastando menos água para fixar uma molécula de CO₂, sendo esse um importante ponto para a aclimação das plantas ao déficit hídrico (ZHOU et al., 2013).

Outra resposta relacionada ao ácido abscísico está no maior desenvolvimento radicular. Quando a planta sofre com déficit hídrico ou estresses nutricionais, a síntese de ácido abscísico é impulsionada, reduzindo o crescimento de parte aérea em prol do desenvolvimento radicular, para explorar de forma mais efetiva as camadas sub superficiais do solo. Deste modo, a utilização de BPCV estimula o desenvolvimento radicular (CASSÁN, PERRIG, et al., 2009), o que favorece a exploração do solo e a absorção de água, também estimulam a formação de pelos radiculares (FERREIRA et al., 2014) aumentando a superfície de contato raiz-solo e maximizando a absorção de água.

Ao mesmo tempo, a regulação hormonal por BPCV ocasiona mais dois mecanismos de ação. O incremento do mecanismo da enzima ACC-deaminase permite que órgãos avançadamente debilitados tenham mais tempo para translocar suas reservas à outras regiões, devido à redução da atividade do etileno (GLICK, 2014; MAYAK et al., 2004). O segundo mecanismo é representado pelo efeito “stay green”, elevando a concentração de clorofila e pigmentos fotoprotetores (BASHAN et al., 2006) devido ao estímulo de sua síntese efetuada pela ação das citocininas e proteção à degradação pelos pigmentos fotoprotetores (MUNNÉ-BOSCH; CELA, 2006).

Outros métodos de ação

A relação de bactérias promotoras de crescimento com alguns patógenos de plantas varia de acordo com o mecanismo que é utilizado, relacionado a diferentes bactérias e cultura em questão. Esta capacidade das bactérias realizarem o controle biológico para promover indiretamente o crescimento da planta tem sido fonte de grande interesse, tanto em relação a

compreensão dos mecanismos utilizados pelas bactérias no biocontrole e o uso destas bactérias comercialmente para controle de patógenos (GLICK, 2014; HSIEH et al., 2005).

Pulverização de BPCV

Apesar das bactérias promotoras de crescimento vegetal serem usualmente descritas aliadas a diversas espécies poaceas, principalmente em sua rizosfera (BATTISTUS et al., 2014; GUIMARÃES et al., 2014; HUNGRIA et al., 2010; OFFEMANN et al., 2015; REIS JUNIOR et al., 2004), as mesmas possuem a capacidade de se instalar em outros órgãos vegetais, como o filopiano e tecidos internos (DAVIDSON, 1988; FUKAMI et al., 2016).

Levando em consideração a habilidade de ampla colonização no vegetal, a utilização do *Azospirillum* não fica restrita à inoculação via semente, sendo expandida, e podendo ser efetuada via pulverização foliar (FUKAMI et al., 2016; PORTUGAL et al., 2012), promovendo aumento no acúmulo de biomassa (DOMINGUES NETO et al., 2013) e incrementos na produtividade (FUKAMI et al., 2016; PORTUGAL et al., 2013).

Vias de ação

Inicialmente, vale ressaltar que a prática da pulverização pode ser efetuada em dois momentos: antes da semeadura e/ou emergência da cultura, ou após a cultura estar formada, próximo ao fechamento da entre-linha. Assim, exposto os diversos mecanismos de ação de bactérias promotoras de crescimento vegetal e as possibilidades para a pulverização aérea, levanta-se a hipótese de duas vias de ação.

Quando aplicada em condições adequadas, prezando por umidade relativa elevada e horários que permitam a manutenção do molhamento foliar para facilitar a colonização pelas bactérias, a penetração e colonização dos tecidos da parte aérea pode gerar resultados da utilização de BPCV *in loco*. A excreção e regulação hormonal promovida pelas bactérias afeta diretamente os tecidos responsáveis pela fotossíntese, incrementando acúmulo de massa em diversos tecidos (BATTISTUS, 2015).

Porém, na prática da pulverização, uma parcela da calda pulverizada não é interceptada pelas lâminas foliares e outras estruturas, acabando por ser depositada diretamente no solo. Deste modo, no momento da pulverização, a cultura em questão já vai estar com sistema radicular e área rizosférica avantajados, propiciando condições adequadas as bactérias desde o início, visto que elas encontram diretamente seu habitat natural, o sistema radicular e/ou rizosfera.

Ainda nesta segunda via de ação, quando realizada a pulverização antes da semeadura e/ou emergência, as bactérias depositam-se no solo, utilizando seus mecanismos

de motilidade e quimiotaxia em direção ao sistema radicular em desenvolvimento. Contudo, vale ressaltar que esta prática de pulverização pré-cultura acarreta em maior mortalidade das bactérias distribuídas na área.

Vantagens da pulverização de BPCV

A prática da pulverização de BPCV apresenta vantagens diretas e indiretas frente a inoculação via semente, principalmente quando tratamos de mecanismos de proteção da população inoculada.

A exposição a produtos químicos utilizados no tratamento de sementes mostra-se prejudicial as populações de bactérias promotoras de crescimento vegetal (FERNANDES et al., 2012; GOMEZ et al., 1998), sendo os efeitos amenizados ou agravados de acordo com a interação composto químico/espécie bacteriana (BATTISTUS et al., 2014).

Contudo, na pulverização foliar, estas interações são evitadas, e as bactérias pulverizadas têm melhores condições de instalação, tanto no vegetal quanto no solo, gerando melhores resultados frente a inoculação via semente (BATTISTUS, 2015; LANG, 2015).

Ao mesmo tempo, a dupla via de ação possibilita maior cobertura e distribuição das bactérias, permitindo a deposição por toda a área de aplicação, não somente na linha de semeadura como ocorreria na inoculação via semente. Complementarmente, a chegada das bactérias com uma estrutura vegetal já formada auxilia na rápida instalação das mesmas.

Quando arremetemos novamente a regulação hormonal, a melhor distribuição das bactérias efetuado na pulverização permite a disponibilização dessas substâncias por todo o vegetal. Porém as vantagens vão além, visto que o gasto energético necessário para sintetizar endogenamente estes compostos reguladores acaba sendo elevado ao vegetal (TAIZ; ZEIGER, 2013). Assim, as bactérias excretando estes compostos em diversos pontos da planta, além de estimularem o crescimento, permitem economia energética ao vegetal, o qual pode direcionar esta energia poupado a outras atividades de crescimento ou acúmulo de substâncias.

Indiretamente, a atividade de competição e antagonismo frente à patógenos completa o quadro de vantagens da pulverização de BPCV. Quando depositadas sobre o filoplano, durante a sua adaptação neste ambiente, as bactérias consomem os exsudatos, assim, quando células patogênicas tentam se instalar não encontram alimentos inicial no filoplano, tendo dificuldades para iniciar a infecção. Ao mesmo tempo, BPCV podem excretar substâncias que podem ser tóxicas à outras células, exercendo a ação de antagonismo contra patógenos (GLICK, 2014).

Principais cuidados na pulverização de BPCV

Apesar da pulverização apresentar diversas vantagens frente a inoculação via semente, alguns cuidados são necessários para garantir o sucesso da adaptação das bactérias, visando a maximização dos resultados:

- Efetuar a pulverização utilizando somente BPCV, sem adição de outros compostos a calda;
- Elevar o volume de calda distribuído na área. Bactérias dependem diretamente de umidade para sobreviverem e seu veículo de motilidade é a água;
- Priorizar a pulverização em horários ao final da tarde ou à noite, visando condições de temperaturas mais amenas e umidade relativa mais elevada, prolongamento o tempo de molhamento dos vegetais e solo;
- Pulverizar em situações quando o solo se encontra úmido, proporcionando abrigo adequado às bactérias que não forem interceptadas pela planta;
- A manutenção de cobertura com palhada no solo é crucial, tanto para a cultura quanto para as BPCV, reduzindo problemas com amplitude térmica e perda de umidade superficial, evitando mortalidade bacteriana.

Resultados com pulverização de BPCV na região Oeste do Paraná

Pesquisas relacionadas a inoculação via semente e pulverização foliar de BPCV, buscando evidenciar seus efeitos de promoção de crescimento e mitigação de situações de estresses vêm sendo desenvolvidas na Região Oeste do Paraná pelo Grupo de Estudos em Fixação Biológica de Nitrogênio – GEFBN, vinculado ao Grupo de Pesquisa em Fisiologia de Plantas Cultivadas na Região Oeste do Paraná, registrado no CNPq, liderado pelo pesquisador Prof. Dr. Vandeir Francisco Guimarães.

Essas pesquisas englobam principalmente poáceas, como milho, trigo e braquiária, complementadas por testes em laboratório para verificar a sobrevivência dessas bactérias ao processo de pulverização.

Sobrevivência bacteriana à pressão de pulverização

Para a possibilidade de pulverização de BPCV ser concreta, a necessidade de sobrevivência das bactérias ao processo de pulverização mecanizado, assim como a pressão a qual elas são submetidas, é essencial. Para tanto, estudos em laboratório foram executados, simulando crescentes pressões de pulverização, de modo a verificar seus efeitos na sobrevivência de bactérias.

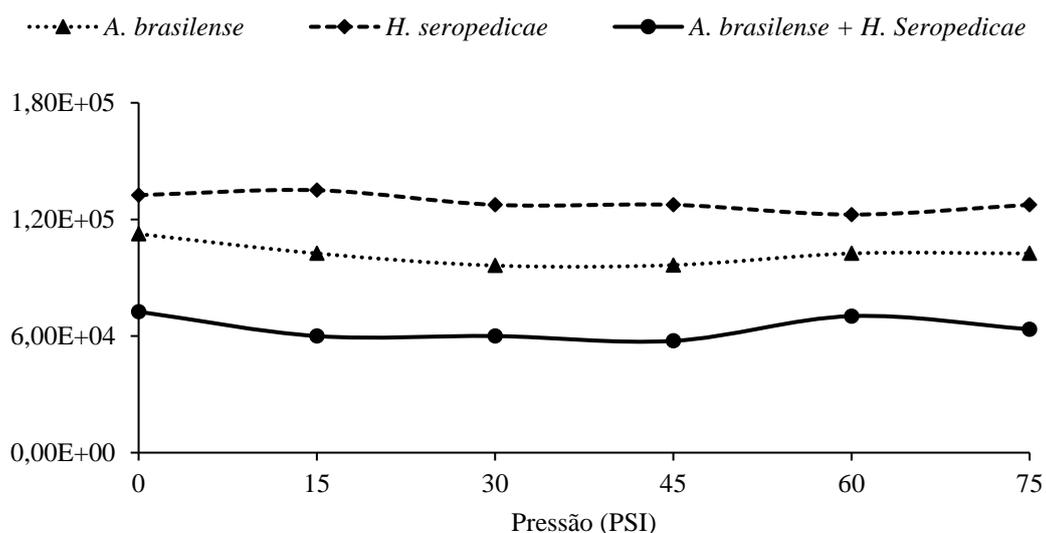


Figura 11.1 Sobrevivência de bactérias promotoras de crescimento vegetal *Azospirillum brasilense*, *Herbaspirillum seropedicae* e *A. brasilense* + *H. seropedicae* submetidas a crescentes pressões de pulverização (LANG, 2015).

Deste modo, de acordo com os resultados na Figura 11.1, qualquer pressão, dentro do limite testado, pode ser utilizada no sistema de pulverização para distribuição das bactérias à campo, podendo se adequar as necessidades da tecnologia de aplicação e boa dispersão da calda, sem preocupação com danos aos microrganismos

Pulverização de BPCV em milho

A pulverização de BPCV em milho apresentam resultados desde os momentos iniciais do desenvolvimento, ocasionando acúmulo de massa em toda a parte aérea, e incrementando a área foliar ao estágio R3, importante estágio fenológico de enchimento de grãos (Figura 11.2). Assim, quando utilizados a inoculação e a pulverização em conjunto, os resultados são impulsionados, apresentando elevações de produtividade (Figura 11.3).

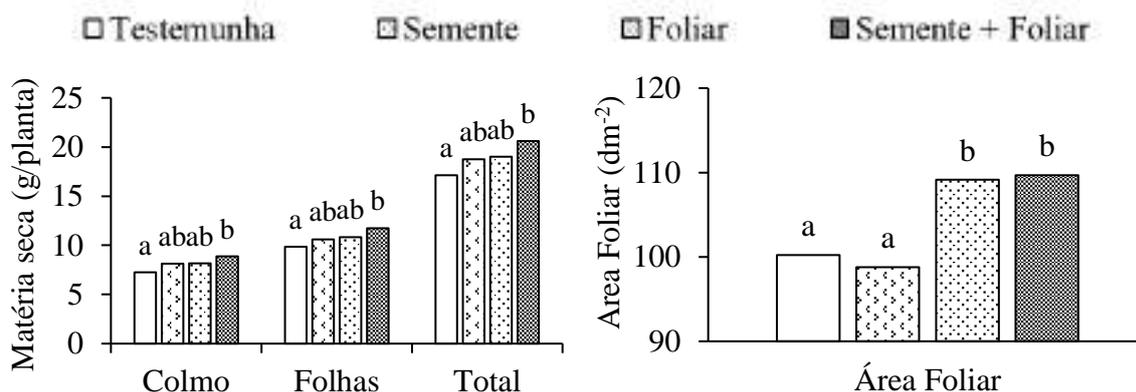


Figura 11.2 Acúmulo de matéria seca em colmo, folhas e acúmulo total de parte aérea ao estágio V8, e área foliar ao estágio R3 da cultura do milho submetido a inoculação via semente e/ou pulverização foliar com *Azospirillum brasilense* AbV5+AbV6. Colunas seguidas de letras distintas diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro (BATTISTUS, 2015).

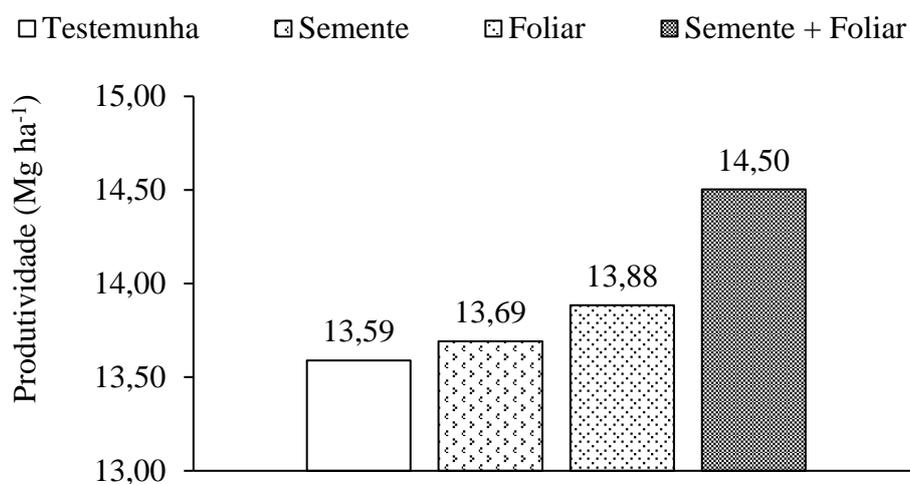


Figura 11.3 Produtividade da cultura do milho submetido a inoculação via semente e/ou pulverização foliar com *Azospirillum brasilense* AbV5+AbV6 (BATTISTUS, 2015).

Deste modo, para acúmulo de massa, tratamentos de inoculação via semente e pulverização foliar de *A. brasilense* de forma isolada proporcionam resultados semelhantes tanto à testemunha quanto à inoculação e pulverização conjuntas. Entretanto, quando utilizadas inoculação e pulverização em conjunto, o incremento de acúmulo de massa em relação a testemunha é nítido.

Esses resultados são mantidos durante o desenvolvimento vegetal, expressando-se em maior área foliar para tratamentos que envolvem a pulverização foliar de *A. brasilense*, proporcionando maior área foliar para realização da atividade fotossintética.

Como de interesse do sistema produtivo, a interação de resultados da inoculação aliada a pulverização com *A. brasilense* culmina em resultados de produtividade superiores (Figura 11.3).

Assim, o incremento de produtividade promovido pelo combo das duas formas de distribuição de BPCV gera 6,70% de aumento, sendo economicamente viável a aplicação de *A. brasilense* por inoculação via semente complementada pela pulverização foliar em um mesmo cultivo.

Pulverização de BPCV em trigo

Estudos também foram conduzidos avaliando a interação entre BPCV e a cultura do trigo, voltando os esforços investigativos nas respostas relacionadas à taxa fotossintética. A taxa de assimilação líquida de CO₂ foi incrementada pela interação das plantas de trigo e a bactéria promotora de crescimento *H. seropedicae* (Figura 11.4). Apesar do incremento absoluto, os mesmos não foram suficientes para apresentar aumentos fotossintéticos significativos quando utilizado *A. brasilense* ou *A. brasilense* + *H. seropedicae*.

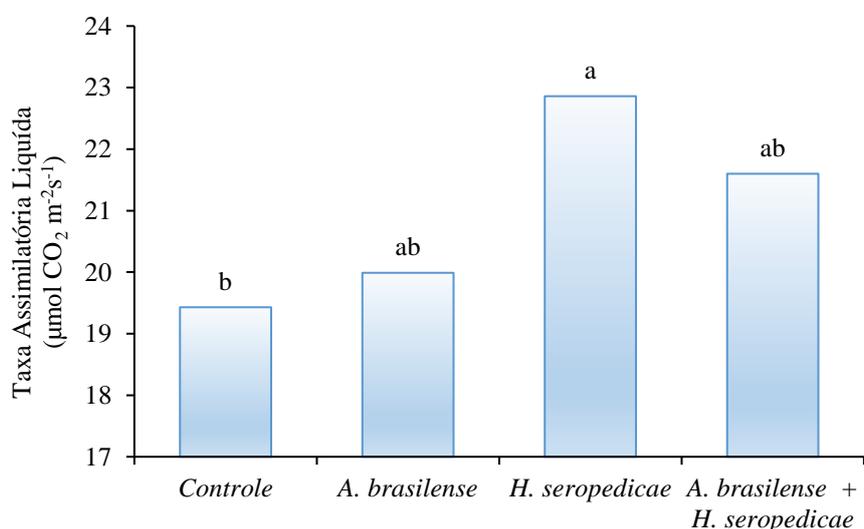


Figura 11.4 Taxa assimilatória líquida mensurada em plantas de trigo, no estágio de florescimento, submetidas à inoculação via pulverização foliar de bactérias promotoras de crescimento vegetal *Azospirillum brasilense*, *Herbaspirillum seropedicae* e *A. brasilense* + *H. seropedicae*. Colunas seguidas de letras distintas diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro (LANG, 2015).

Esses incrementos fotossintéticos estão atrelados ao aumento na produção de diversos pigmentos fotoprotetores pelas bactérias promotoras de crescimento na cultura do trigo (BASHAN et al., 2006). Assim, devido a maior proteção do fotossistema, conseqüentemente há maior filtragem da radiação, culminando em melhor desempenho da excitação eletrônica, elevando a taxa fotossintética ou assimilação líquida de CO₂ (TAIZ; ZEIGER, 2013).

O interesse direto no aumento da taxa fotossintética se dá na busca por incrementos na produtividade ou componentes da produção (Figura 11.5).

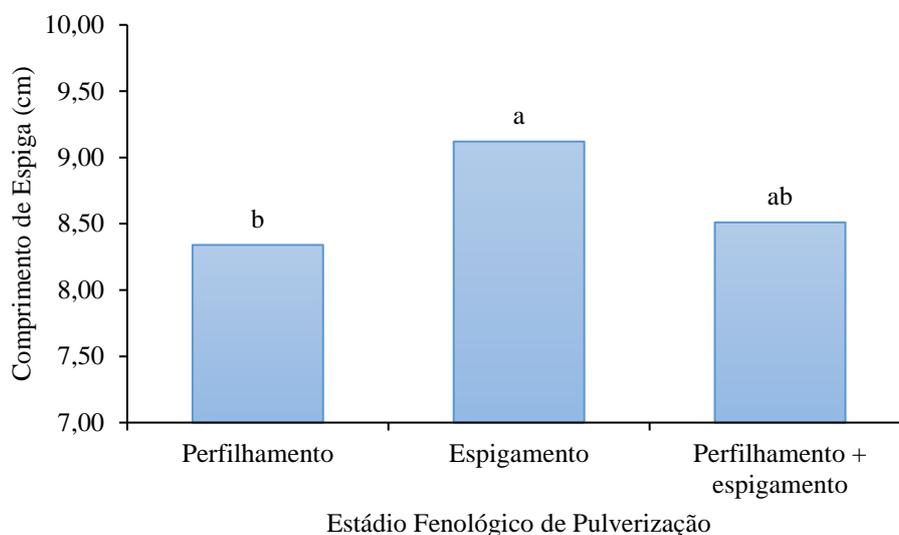


Figura 11.5 Comprimento de espigas de plantas de trigo submetidas à inoculação via pulverização foliar de *Azospirillum brasilense* nos estádios de perfilhamento, espigamento e perfilhamento + espigamento. Colunas seguidas de letras distintas diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro (OFFEMANN, 2015).

Deste modo, incrementos em variáveis diretamente relacionadas aos componentes de produção da cultura proporcionadas pela inoculação são forte indicativo de que a produtividade também será afetada de forma positiva. Ao mesmo tempo, distintos momentos da pulverização de BPCV irão gerar resultados distintos, pois a atividade morfofisiológica mais demanda no estágio fenológico de pulverização absorverá a maior parte dos efeitos das BPCV.

Pulverização de BPCV em braquiária

Como visto ao longo deste capítulo, a habilidade das BPCV em incrementar a capacidade das plantas em tolerarem condições de estresse é de grande valia para utilização à campo, devido a atividade conjunta dos mecanismos de ação das BPCV.

Plantas sob déficit hídrico apresentam naturalmente menores valores de fotossíntese. Nestas situações, a inoculação de *A. brasilense* incrementa a fotossíntese (Figura 11.6) devido ao aumento do ponto de saturação, apresentando *A_{max}* de 4,45 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, enquanto o controle obteve *A_{max}* de 0,39 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

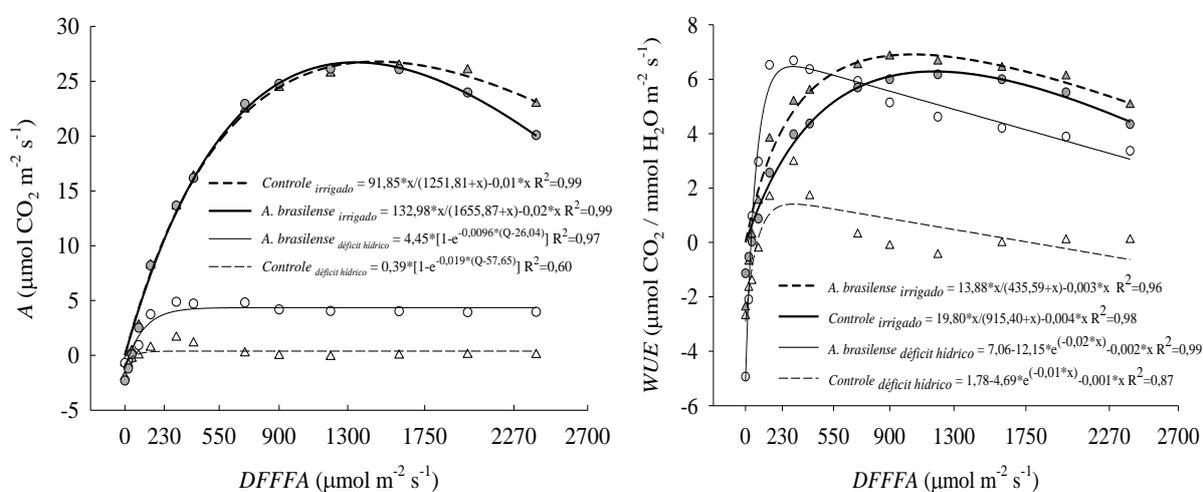


Figura 11.6 Taxa assimilatória líquida (A) e eficiência do uso da água (WUE) de plantas de braquiária (*Urochloa ruziziensis*) inoculadas (○) ou não inoculada (Δ) com *A. brasilense* sob presença (símbolos vazios) ou ausência (símbolos cheios) de déficit hídrico severo, em respostas a densidades de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (BULEGON, 2016).

Outra variável importante é eficiência do uso da água, que é relação direta entre a taxa assimilatória líquida de CO₂ ou simplesmente fotossíntese e transpiração da planta (Figura 11.6). Deste modo, mesmo sob déficit hídrico severo, plantas de braquiária inoculadas com *A. brasilense* apresentam utilização de água muito superior às plantas controle, fixando uma taxa de moléculas de CO₂ por moléculas de água transpiradas semelhante a plantas sem déficit hídrico.

Nesta revisão, a abordagem inicial de aspectos históricos tem o claro objetivo de despertar estudantes e pesquisadores para a importância de se pesquisar o tema. Na última parte são apresentados resultados obtidos pelo Grupo de Estudos em Fixação Biológica de Nitrogênio – GEFBN, vinculado ao Grupo de Pesquisa em Fisiologia de Plantas Cultivadas na Região Oeste do Paraná, registrado no CNPq, liderado pelo pesquisador Prof. Dr. Vandeir

Francisco Guimarães. Os estudos e pesquisas continuam visando contribuir para o aumento do conhecimento sobre as possibilidades de utilização das bactérias promotoras de crescimento vegetal na agricultura, como mais uma alternativa para aumento de produção e minimização e uso de recursos não renováveis que, apesar de todas as vantagens, podem aumentar custos e resultar em impactos negativos ao ambiente.

Agradecimentos

À CAPES, à Fundação Araucária de suporte ao desenvolvimento científico e tecnológico do Paraná, afiliada a Secretária Estadual de Ciência, Tecnologia e Educação Superior – SETI, à CAPES/PNPD, ao INCT-FBN pelo suporte financeiro e ao CNPq pela bolsa produtividade concedida ao pesquisador Dr. Vandeir Francisco Guimarães.

Referências Bibliográficas

- ALEN'KINA, S. A.; NIKITINA, V. E. Effect of lectins from *Azospirillum brasilense* to peroxidase and oxalate oxidase activity regulation in wheat roots. **Biology Bulletin**, v. 37, n. 1, p. 105–108, 2010.
- ALEN'KINA, S. A.; NIKITINA, V. E. Azospirillum lectin-induced changes in nitric oxide content in wheat seedling roots. **Russian Agricultural Sciences**, v. 37, n. 6, p. 462–464, 2012.
- AMENTA, M. et al. Nitric Oxide in Azospirillum and Related Bacteria: Production and Effects. *In*: CASSÁN, F. D.; OKON, Y.; CREUS, C. M. (Eds.). **Handbook for Azospirillum**. Cham: Springer International Publishing, 2015. p. 155–180.
- ARRUEBARRENA DI PALMA, A. et al. Denitrification-derived nitric oxide modulates biofilm formation in *Azospirillum brasilense*. **FEMS Microbiology Letters**, v. 338, n. 1, p. 77–85, jan. 2013.
- ARSHAD, M.; SALEEM, M.; HUSSAIN, S. Perspectives of bacterial ACC deaminase in phytoremediation. **Trends in Biotechnology**, v. 25, n. 8, p. 356–362, ago. 2007.
- BALDANI, J. I.; BALDANI, V. L. D. History on the biological nitrogen fixation research in graminaceous plants: Special emphasis on the Brazilian experience. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 77, p. 549–579, 2005.
- BASHAN, Y. et al. Increase in auxiliary photoprotective photosynthetic pigments in wheat seedlings induced by *Azospirillum brasilense*. **Biology and Fertility of Soils**, v. 42, n. 4, p. 279–285, 2006.
- BASHAN, Y.; HOLGUIN, G.; LUZ, E. *Azospirillum*-plant relationships: physiological, molecular, agricultural, and environmental advances (1997-2003). **Canadian Journal of Microbiology**, v. 50, n. 8, p. 521–577, 2004.
- BATTISTUS, A. G. et al. Synergistic action of *Azospirillum brasilense* combined with thiamethoxam on the physiological quality of maize seedlings. **African Journal of Biotechnology**, v. 13, n. 49, p. 4501–4507, 3 dez. 2014.
- ____. **Inoculação via semente e foliar de *Azospirillum brasilense* associado ao tratamento de sementes com bioativador na cultura do milho**. Marechal Cândido Rondon: Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2015.
- BEIJERINCK, M. W. Concerning a contagium vivum fluidum as cause of the spot disease of tobacco leaves. **Phytopathological Classics**, n. 7, 1898.
- BLAHA, D. et al. Phylogeny of the 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid deaminase-encoding gene

acdS in phytobeneficial and pathogenic Proteobacteria and relation with strain biogeography. **FEMS Microbiology Ecology**, v. 56, n. 3, p. 455–470, 2006.

BULEGON, L. G. **Relações hídricas, trocas gasosas e atividade enzimática de Urochloa ruziziensis inoculada com Azospirillum brasilense, sob déficit hídrico**. [s.l.] Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2016.

CASSÁN, F.; PERRIG, D.; et al. *Azospirillum brasilense* Az39 and *Bradyrhizobium japonicum* E109, inoculated singly or in combination, promote seed germination and early seedling growth in corn (*Zea mays* L.) and soybean (*Glycine max* L.). **European Journal of Soil Biology**, v. 45, n. 1, p. 28–35, 2009.

CASSÁN, F.; MAIALE, S.; et al. Cadaverine production by *Azospirillum brasilense* and its possible role in plant growth promotion and osmotic stress mitigation. **European Journal of Soil Biology**, v. 45, n. 1, p. 12–19, jan. 2009.

CREUS, C. M. et al. Nitric oxide is involved in the *Azospirillum brasilense*-induced lateral root formation in tomato. **Planta**, v. 221, n. 2, p. 297–303, 2005.

DAVIDSON, J. Plant Beneficial Bacteria. **Nature Biotechnology**, v. 6, p. 282–286, 1988.

DÖBEREINER, J. *Azotobacter paspali* sp. n., uma bactéria fixadora de nitrogênio na rizosfera de *Paspalum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 1, n. 1, p. 357–365, 1966.

DÖBEREINER, J.; RUSCHEL, A. P. Uma nova espécie de *Beijerinckia*. **Revista de Biologia**, v. 1, p. 260–272, 1958.

FERNANDES, M. F. et al. Toxicidade de inseticidas utilizados na cultura da cana-de-açúcar à bactéria diazotrófica *Herbaspirillum seropedicae*. **Revista de Ciências Agrárias - Amazon Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 55, n. 4, p. 318–326, 2012.

FERREIRA, E. P. DE B.; KNUPP, A. M.; MARTIN-DIDONET, C. C. G. Crescimento de cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) influenciado pela inoculação com bactérias promotoras de crescimento de plantas. **Bioscience journal**, v. 30, n. 3, p. 655–665, 2014.

FUKAMI, J. et al. Accessing inoculation methods of maize and wheat with *Azospirillum brasilense*. **AMB Express**, v. 6, n. 1, p. 3, 13 dez. 2016.

GALVÃO, P. G. **Interação plantas e bactérias promotoras do crescimento vegetal**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2010.

GLICK, B. R. Plant Growth-Promoting Bacteria: Mechanisms and Applications. **Scientifica**, v. 2012, p. 963401, 2012.

GLICK, B. R. Bacteria with ACC deaminase can promote plant growth and help to feed the world. **Microbiological Research**, v. 169, n. 1, p. 30–39, jan. 2014.

GOMEZ, F. et al. Response of *Azospirillum brasilense* to the pesticides bromopropylate and methidathion on chemically defined media and dialysed-soil media. **Ecotoxicology**, v. 47, n. 1, p. 43–47, 1998.

GUIMARÃES, V. F. et al. Morphophysiological characteristics of maize inoculated with *Azospirillum brasilense* and *Herbaspirillum seropedicae* as seed treatment, cultivated in different types of soil. **African Journal of Agricultural Research**, v. 9, n. 39, p. 2919–2924, 2014.

HAMDIA, M. A. E.; SHADDAD, M. A. K.; DOAA, M. M. Mechanisms of salt tolerance and interactive effects of *Azospirillum brasilense* inoculation on maize cultivars grown under salt stress conditions. **Plant Growth Regulation**, v. 44, n. 2, p. 165–174, 2004.

HSIEH, T. F.; HUANG, H. C.; ERICKSON, R. S. Biological Control of Bacterial Wilt of Bean Using a Bacterial Endophyte, *Pantoea agglomerans*. **Journal of Phytopathology**, v. 153, n. 10, p. 608–614, out. 2005.

HUERGO, L. F. et al. Regulation of nitrogen fixation in *Azospirillum brasilense*. In: CASSÁN, F. D.; SALAMONE, I. G. DE (Eds.). **Azospirillum sp.: cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina**. 1. ed. Buenos Aires: Asociación Argentina de Microbiología, 2008. p. 276.

HUESO, S.; GARCÍA, C.; HERNÁNDEZ, T. Severe drought conditions modify the microbial

- community structure, size and activity in amended and unamended soils. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 50, p. 167–173, jul. 2012.
- HUNGRIA, M. et al. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant and Soil**, v. 331, n. 1-2, p. 413–425, 2010.
- ILYAS, N.; BANO, A. Azospirillum strains isolated from roots and rhizosphere soil of wheat (*Triticum aestivum* L.) grown under different soil moisture conditions. **Biology and Fertility of Soils**, v. 46, n. 4, p. 393–406, 23 abr. 2010.
- LANG, M. **Associação entre Azospirillum brasilense e Herbaspirillum seropedicae inoculados via semente e pulverização foliar com a cultura do trigo**. Marechal Cândido Rondon: Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2015.
- LIRA-CADETE, L. et al. Associadas a Plantas De Cana-De-Açúcar Capazes De Solubilizar Fosfato Inorgânico Genetic Variability of Sugarcane-Associated Diazotrophic Bacteria Capable of Inorganic Phosphate Solubilizing. **Bioscience journal**, v. 28, n. Supplement, p. 122–129, 2012.
- MASCIARELLI, O. et al. Alternative mechanism for the evaluation of indole-3-acetic acid (IAA) production by *Azospirillum brasilense* strains and its effects on the germination and growth of maize seedlings. **Journal of Microbiology**, v. 51, n. 5, p. 590–597, out. 2013.
- MAYAK, S.; TIROSH, T.; GLICK, B. R. Plant growth-promoting bacteria that confer resistance to water stress in tomatoes and peppers. **Plant Science**, v. 166, n. 2, p. 525–530, 2004.
- MOLINA-FAVERO, C. et al. Aerobic Nitric Oxide Production by *Azospirillum brasilense* Sp245 and Its Influence on Root Architecture in Tomato. **Molecular Plant-Microbe Interactions**, v. 21, n. 7, p. 1001–1009, jul. 2008.
- MONTEIRO, R. A. et al. Early colonization pattern of maize (*Zea mays* L. Poales, Poaceae) roots by *Herbaspirillum seropedicae* (Burkholderiales, Oxalobacteraceae). **Genetics and Molecular Biology**, v. 31, n. 4, p. 932–937, dez. 2008.
- 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.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e Bioquímica do Solo**. Lavras: UFLA, 2006.
- MUNNÉ-BOSCH, S.; CELA, J. Effects of water deficit on photosystem II photochemistry and photoprotection during acclimation of lyreleaf sage (*Salvia lyrata* L.) plants to high light. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, v. 85, n. 3, p. 191–197, 2006.
- DOMINGUES NETO, F. J. et al. Desenvolvimento e produtividade do milho verde safrinha em resposta à aplicação foliar com *Azospirillum brasilense*. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 17, p. 1030–1040, 2013.
- OFFEMANN, L. C. **Inoculação de Azospirillum brasilense via tratamento de sementes e pulverização foliar em diferentes estádios fenológicos, associado à fertilização nitrogenada, no trigo**. Marechal Cândido Rondon: Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2015.
- OFFEMANN, L. C. et al. Interação entre Bactérias *Azospirillum brasilense* e *Herbaspirillum seropedicae* com Adubação Nitrogenada, Visando o Fornecimento de Nitrogênio para o Milho. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 14, n. sup, p. 276–280, 17 dez. 2015.
- PEDRINHO, E. A. N. et al. Identificação e avaliação de rizobactérias isoladas de raízes de milho. **Bragantia**, v. 69, n. 4, p. 905–911, dez. 2010.
- PEREG GERK, L.; GILCHRIST, K.; KENNEDY, I. R. Mutants with enhanced nitrogenase activity in hydroponic *Azospirillum brasilense*-wheat associations. **Applied and environmental microbiology**, v. 66, n. 5, p. 2175–84, maio 2000.
- PERRIG, D. et al. Plant-growth-promoting compounds produced by two agronomically important strains of *Azospirillum brasilense*, and implications for inoculant formulation. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 75, n. 5, p. 1143–1150, 2007.
- PORTUGAL, J. R. et al. **Inoculação com Azospirillum brasilense Via Foliar Associada à Doses de Nitrogênio em Cobertura na Cultura do Milho** XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO. **Anais...Águas de Lindóia**: 2012

____. **Inoculação via foliar com *Azospirillum brasilense* associada a doses de nitrogênio em cobertura na cultura do milho safrinha**XII Seminário Nacional Milho Safrinha: Estabilidade e Produtividade. **Anais...**Dourados: 2013

RADWAN, T. E.-S. E.-D.; MOHAMED, Z. K.; REIS, V. M. Efeito da inoculação de *Azospirillum* e *Herbaspirillum* na produção de compostos indólicos em plântulas de milho e arroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 10, p. 987–994, 2004.

REIS JUNIOR, F. B. et al. Identificação de isolados de *Azospirillum amazonense* associados a *Brachiaria* spp., em diferentes épocas e condições de cultivo e produção de fitohermônio pela bactéria. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 2, p. 103–113, 2004.

RODRIGUEZ, H.; GONZALEZ, T.; GOIRE, I. Gluconic acid production and phosphate solubilization by the plant growth-promoting bacterium *Azospirillum* spp. **Naturwissenschaften**, v. 91, n. 11, p. 552–555, 2004.

RONCATO-MACCARI, L. D. B. et al. Endophytic *Herbaspirillum seropedicae* expresses nif genes in gramineous plants. **FEMS Microbiology Ecology**, v. 45, n. 1, p. 39–47, 2003.

STEENHOUDT, O.; VANDERLEYDEN, J. ***Azospirillum*, a free-living nitrogen-fixing bacterium closely associated with grasses: Genetic, biochemical and ecological aspects****FEMS Microbiology Reviews**, 2000. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10978548>>

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

TARDIEU, F.; PARENT, B.; SIMONNEAU, T. Control of leaf growth by abscisic acid: hydraulic or non-hydraulic processes? **Plant, cell & environment**, v. 33, n. 4, p. 636–47, abr. 2010.

TIEN, T. M.; GASKINS, M. H.; HUBBELL, D. H. Plant growth substances produced by *Azospirillum brasilense* and their effect on the growth of pearl millet (*Pennisetum americanum* L.). **Applied and Environmental Microbiology**, v. 37, n. 5, p. 1016–1024, 1979.

TORTORA, M. L.; DÍAZ-RICCI, J. C.; PEDRAZA, R. O. Protection of strawberry plants (*Fragaria ananassa* Duch.) against anthracnose disease induced by *Azospirillum brasilense*. **Plant and Soil**, v. 356, n. 1-2, p. 279–290, 2012.

ZHOU, Y.; LAMBRIDES, C. J.; FUKAI, S. Drought resistance of bermudagrass (*Cynodon* spp.) ecotypes collected from different climatic zones. **Environmental and Experimental Botany**, v. 85, n. 1, p. 22–29, 2013.

Capítulo 12

Adubação silicatada na cultura do milho

Marcos Vinicius Mansano Sarto¹

Leandro Rampim²

Jean Sérgio Rosset³

Maria do Carmo Lana⁴

¹Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - Unesp, Botucatu, SP; marcos__sarto@hotmail.com;

²Universidade Estadual do Centro-Oeste - Unicentro, Guarapuava, Paraná PR; rampimleandro@yahoo.com.br;

³Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - UEMS, Mundo Novo, MS, jsrosset@hotmail.com;

⁴Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste, Marechal Cândido Rondon; maria.lana@unioeste.br.

Introdução

O milho (*Zea mays* L.) pertence ao grupo de plantas com metabolismo fotossintético do tipo C4, caracterizando-se pelo elevado potencial produtivo. Em território brasileiro o cultivo do milho é muito expressivo, sendo produzido em praticamente todo o território, atingindo no ano agrícola de 2014/2015 produção de 85 milhões de toneladas, sendo o estado do Paraná um dos maiores produtores, com 15 milhões de toneladas (CONAB, 2016). O milho, por ser planta da família das gramíneas (Poaceae), apresenta elevada capacidade de absorver silício (Si) (EPSTEIN, 1994; MARSCHNER, 1995; EPSTEIN, 1999).

Apesar do Brasil ser um dos maiores produtores mundiais de milho, a produtividade brasileira (5368 kg ha⁻¹), é muito baixa quando comparada com outros países, como os EUA (10960 kg ha⁻¹) (USDA, 2016), sendo até mesmo, superado por países considerados de nível tecnológico agrícola inferior. Uma das formas de aumentar a produtividade desta cultura é, sem dúvida, a nutrição mineral adequada das plantas (PINAZZA, 1993).

A maioria dos solos cultivados em regiões tropicais do Brasil apresenta baixo pH e níveis elevados e tóxicos de Al e Mn para as plantas. Isso gera menor disponibilidade de nutrientes, tais como Ca, Mg e P, resultando em menor exploração do volume de solo pelas raízes e, assim, menores produtividades são obtidas quando não são realizadas práticas de correção da acidez do solo (FORTES, 2006). A aplicação de silicato de cálcio no solo aumenta a concentração de Si nas folhas, aumenta a eficiência do uso da água da braquiária, além de

diminuir a transpiração e aumentar a eficiência intrínseca no uso da água da braquiária em solo com baixo pH e alto teor de Al^{+3} tóxico (SARTO et al., 2016).

No Brasil, o calcário é a fonte mais utilizada para a correção da acidez do solo, devido ao preço e capacidade de aumentar eficiência da adubação. No entanto, o calcário não é um material muito solúvel e seus componentes dissociados apresentam mobilidade reduzida, geralmente restringem os efeitos de correção em camadas superficiais do solo, principalmente na ausência de revolvimento do solo em sistema plantio direto (CASTRO; CRUSCIOL, 2013; SORATTO; CRUSCIOL, 2008).

Os silicatos de cálcio e magnésio possuem composição similar e agem de forma semelhante aos calcários, podendo substituí-los com eficiência, de forma que pode apresentar teores relativamente elevados de CaO e MgO (Tabela 12.1), que podem favorecer a correção da acidez do solo e fornecer ao solo bases trocáveis semelhantemente aos calcários, além de comportar-se como fonte de micronutrientes, silício (Si) e de outros elementos essenciais às plantas cultivadas (ALCARDE, 1992; KORNDÖRFER, 2002a). As principais características que devem ser avaliadas na escolha de uma fonte de silício para a agricultura são: solubilidade, disponibilidade, propriedades físicas, concentração de elementos contaminantes e relação custo benefício (GASCHO, 2001).

Tabela 12.1 Teor total de SiO_2 , % solúvel, SiO_2 "solúvel" por lixiviação, CaO, MgO e poder de neutralização (PN) de algumas fontes de silício

Materiais/Escórias	Origem	SiO_2			CaO	MgO	PN
		Total	%* solúvel	"Solúvel" Lix.24h**			E.CaCO ₃
Wollastonita	Vansil	51,9	30,1	45,4	42,4	0,2	76,4
Alto-forno	Mannesman	38,4	6,7	17,9	30,1	7,5	72,6
Forno LD	Mannesman	12,3	33,1	46,3	40,9	7,3	91,3
Escória de P	Rhodia	46,1	39,0	46,0	43,5	0,7	79,6
MB-4	Mibasa	48,0	1,8	4,2	2,2	19,1	51,5
Alto-forno	CSN	33,4	5,1	5,4	42,5	5,2	89,1
Forno LD	CSN	10,9	4,5	26,4	28,2	7,6	69,3
Forno LD	Belgo	17,4	27,1	43,6	39,5	9,6	94,4
Forno elétrico	Siderme	15,8	40,7	78,0	25,7	12,6	77,2
Aço inox	Recmix	23,2	43,4	80,0	41,0	11,0	100,7
Forno LD	Açominas	11,2	21,0	51,1	27,6	2,9	56,5

Fonte: Korndörfer, 2007.

Silício

A palavra silício provém do latim *silix*, rocha constituída de sílica (dióxido de silício) amorfa hidratada e sílica microcristalina, a qual era utilizada, pela sua dureza, na confecção de utensílios e armas na Era Pré-Metálica ou Paleolítica (LIMA FILHO; TSAI, 2007). Ocorre

principalmente como mineral inerte das areias, quartzo (SiO_2 puro), caulinita, micas, feldspatos e em outros argilominerais silicatados (MARSCHNER, 1995). O Si tem sido utilizado na forma de fertilizantes em vários países, como Brasil, Japão, Ilhas Maurícias, Estados Unidos, Austrália e África do Sul. No Japão, já se utiliza esse elemento no cultivo de arroz há seis décadas. Os EUA incorporaram a adubação com Si nas culturas do arroz e da cana-de-açúcar, utilizando, principalmente, o silicato de cálcio e magnésio, um subproduto da indústria siderúrgica e da produção de fósforo elementar (RODRIGUES et al., 2011).

O silício é o segundo elemento mais abundante da crosta terrestre com 27% em massa, superado apenas pelo oxigênio. O silício não é encontrado na sua forma elementar na natureza, devido à sua alta afinidade pelo oxigênio. É encontrado somente em formas combinadas, como a sílica e minerais silicatados, tais como alumínio (aluminossilicatos), magnésio (talco), cálcio (wolastonita), magnésio e ferro (olivina) e muitos outros, além da presença quase constante do hidrogênio. Silicatos que estão no nosso dia a dia, como o vidro e a areia, contêm somente hidrogênio como cátion acompanhante, com notação geral simplificada de SiO_2 (SRIPANYAKORN et al., 2005). Cerca de 80% dos minerais das rochas ígneas e metamórficas são silicatos, enquanto em rochas sedimentares o conteúdo é menor (JACKSON, 1964). Os silicatos são sais nos quais a sílica é combinada com oxigênio e outros elementos, como Al, Mg, Ca, Na, Fe, K e outros, em mais de 95% das rochas terrestres (cerca de 87% em massa), meteoritos, em todas as águas, atmosfera (pó silicoso), vegetais e animais (LIMA FILHO et al., 1999).

O silício não é considerado essencial, do ponto de vista fisiológico e metabólico para o crescimento e desenvolvimento das plantas (EPSTEIN, 1999). Mesmo assim, o aumento de sua disponibilidade ao sistema radicular de algumas espécies tem revelado, em alguns casos, efeitos benéficos em diversas culturas, especialmente, quando submetidas a algum tipo de estresse, seja ele de natureza biótica ou abiótica (GONG et al., 2005; HATTORI et al., 2005).

No Brasil, o Si foi recentemente incluído como micronutriente benéfico na Legislação para Produção e Comercialização de Fertilizantes e Corretivos, conforme o Decreto Lei nº. 4.954, de 14 de janeiro de 2004, autorizando sua comercialização de forma isolada ou em mistura com outros nutrientes (SENA; CASTRO, 2010). De acordo com a Instrução Normativa nº. 5, de 23 de fevereiro de 2007, no Anexo II, foram aprovados para comercialização os produtos fertilizantes minerais contendo Si (MAPA, 2014).

Silício no solo

Nos solos, o silício solúvel ou disponível às plantas tem origem nos processos de intemperização dos minerais primários e, particularmente, dos minerais secundários como os argilo-silicatos. O silício (Si) está presente na solução do solo como ácido silícico ou

monossilícico (H_4SiO_4), em grande parte na forma não dissociada, que é facilmente absorvida pela planta. De modo geral, as soluções dos solos apresentam teores de Si dissolvidos, variando entre 2,8 e 16,8 mg L⁻¹, sendo que, o equilíbrio dinâmico do elemento no solo depende do pH (EPSTEIN, 1999).

A absorção do silício da solução do solo ocorre de forma passiva pela maioria das gramíneas, com o elemento acompanhando o fluxo de massa da água que penetra nas raízes das plantas, sendo não seletivo. Seu transporte na planta é feito pelo xilema, e a sua distribuição na parte aérea depende da taxa de transpiração desses órgãos (YOSHIDA, 1965 citado por FARIA, 2000).

As principais fontes de ácido silícico presentes na solução do solo são: decomposição de resíduos vegetais, dissociação do ácido silícico polimerizado, liberação de Si dos óxidos e hidróxidos de Fe e Al, dissolução de minerais cristalinos e não cristalinos, adição de fertilizantes silicatados e a água de irrigação (WERBER; ROTH, 1983; TAKAHASHI, 1995; BARBOSA FILHO et al., 2000). Os principais drenos incluem: precipitação do Si em solução formando minerais, polimerização do ácido silícico, lixiviação, adsorção em óxidos e hidróxidos de Fe e Al, e a absorção pelas plantas.

A concentração e a disponibilidade de silício na solução do solo são dependentes da rocha de origem, do grau de intemperismo, do pH do solo e o teor de sesquióxidos e de outras partículas adsorventes. As principais formas de silício no solo, passíveis de ser absorvidas pelas plantas, são o ácido monossilícico (H_4SiO_4) e o ácido polissilícico, incluindo silício adsorvido, quer seja solúvel ou precipitado junto com óxidos cristalinos de Al, Fe e Mn (TAKAHASHI, 1995).

Embora o conteúdo de silício nos solos minerais seja normalmente alto, apenas parte disponível para as plantas, devido à sua baixa solubilidade (ESSER, 2002; KORNDÖRFER, 2006). Além disso, cultivos sucessivos podem reduzir ainda mais o teor desse elemento disponível no solo, a ponto de ser necessária fertilização silicatada suplementar para obtenção da produtividade máxima. Alguns solos, no entanto, apresentam baixa disponibilidade no seu estado nativo. Tais solos são tipicamente muito intemperizados, lixiviados, ácidos e com baixa saturação por bases (DATNOFF et al., 2001).

Silicato nas propriedades químicas do solo

No Brasil, os solos tropicais e subtropicais, submetidos ao manejo intensivo, apresentam altos teores de alumínio (Al), baixa saturação por bases, alta capacidade de fixação de fósforo (P) e altos índices de acidez (MATICHENKOV; CALVERT, 2002). Durante a acidificação, ocorre a liberação de íons H⁺ para a solução do solo, visando manter equilíbrio iônico no interior das células das raízes das plantas, através do mecanismo antiporte, que

permite absorver cátions como Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ (TAIZ; ZEIGER, 2009) e reduzir os teores destes cátions no solo. A exportação destes cátions diminui a fertilidade do solo e conseqüentemente também colabora para reduzir produtividade das culturas (RAIJ, 1996).

De acordo com Carvalho et al. (2000), o silicato de cálcio (CaSiO_3) apresenta reações semelhantes à do calcário, que eleva o pH do solo (SARTO et al., 2014; SARTO et al., 2015), (Figura 12.1) e, pode ainda disponibilizar ânion silicato. A hidrólise do ânion silicato promove liberação de hidroxilas (OH^-), que neutraliza os H^+ , elevando pH do solo (Figura 12.1). Com isso, ocorre precipitação do Al^{3+} na forma de hidróxido de Al ($\text{Al}(\text{OH})_3$), de baixa solubilidade que é inativo na solução do solo e, portanto, não tóxica para as plantas (KORNDÖRFER; NOLLA, 2003; SARTO et al., 2014, SARTO et al., 2015).

Além do fornecimento de nutrientes Ca^{2+} , Mg^{2+} e Si ao solo (SARTO, et al., 2014, SARTO et al., 2015), outro aspecto importante no estudo da adubação silicatada nos atributos químicos do solo, é a interação do Si com o fósforo (P), o nitrogênio (N) e o potássio (K) (MARAFON; ENDRES, 2011). O uso de fertilizantes silicatados, que normalmente apresentam propriedades de adsorção, aumenta eficiência da adubação NPK, proporcionando menor lixiviação de K e outros nutrientes móveis no horizonte superficial. Com aumento no teor de silicato no solo, ocorrem reações químicas de troca entre o silicato e fosfatos. Desta maneira, há formação de silicatos de cálcio, alumínio e ferro, por exemplo, com a liberação do íon fosfato, aumentando teor de P na solução do solo. Estudos indicam, também, a possibilidade de o silício aumentar a translocação interna do P para a parte aérea da planta (SAVANT, 1997a; TAKAHASHI, 1995; EPSTEIN, 1999).

Os solos argilosos apresentam maior quantidade de filossilicatos (minerais de argila que liberam Si e Al^{3+}) e maior quantidade de Si em solução quando comparados aos arenosos, apesar destes serem ricos em quartzo (SiO_2), já que este é um mineral de difícil decomposição química (DEMATTE et al., 2011). Berthelsen et al. (2002) classificaram os solos quanto ao teor de silício extraído com CaCl_2 0,01 mol L^{-1} em quatro classes: 1 - muito baixa (0-5 mg kg^{-1}); 2 - baixa (5-10 mg kg^{-1}), 3 – limitante (10-20 mg kg^{-1}) e 4 - adequada (>20 mg kg^{-1}) em áreas cultivadas com cana-de-açúcar. Korndörfer et al. (1999b) classificaram os níveis de silício no solo, extraído em ácido acético 0,5 mol L^{-1} , como: baixo (< 6 mg dm^{-3}), médio (de 6 a 24 mg dm^{-3}) e alto (> 24 mg dm^{-3}). Os níveis críticos de Si em solos cultivados com cana-de-açúcar são de 20 mg kg^{-1} extraídos com ácido acético 0,5 mol L^{-1} e de 6 a 8 mg kg^{-1} com CaCl_2 0,01 mol L^{-1} .

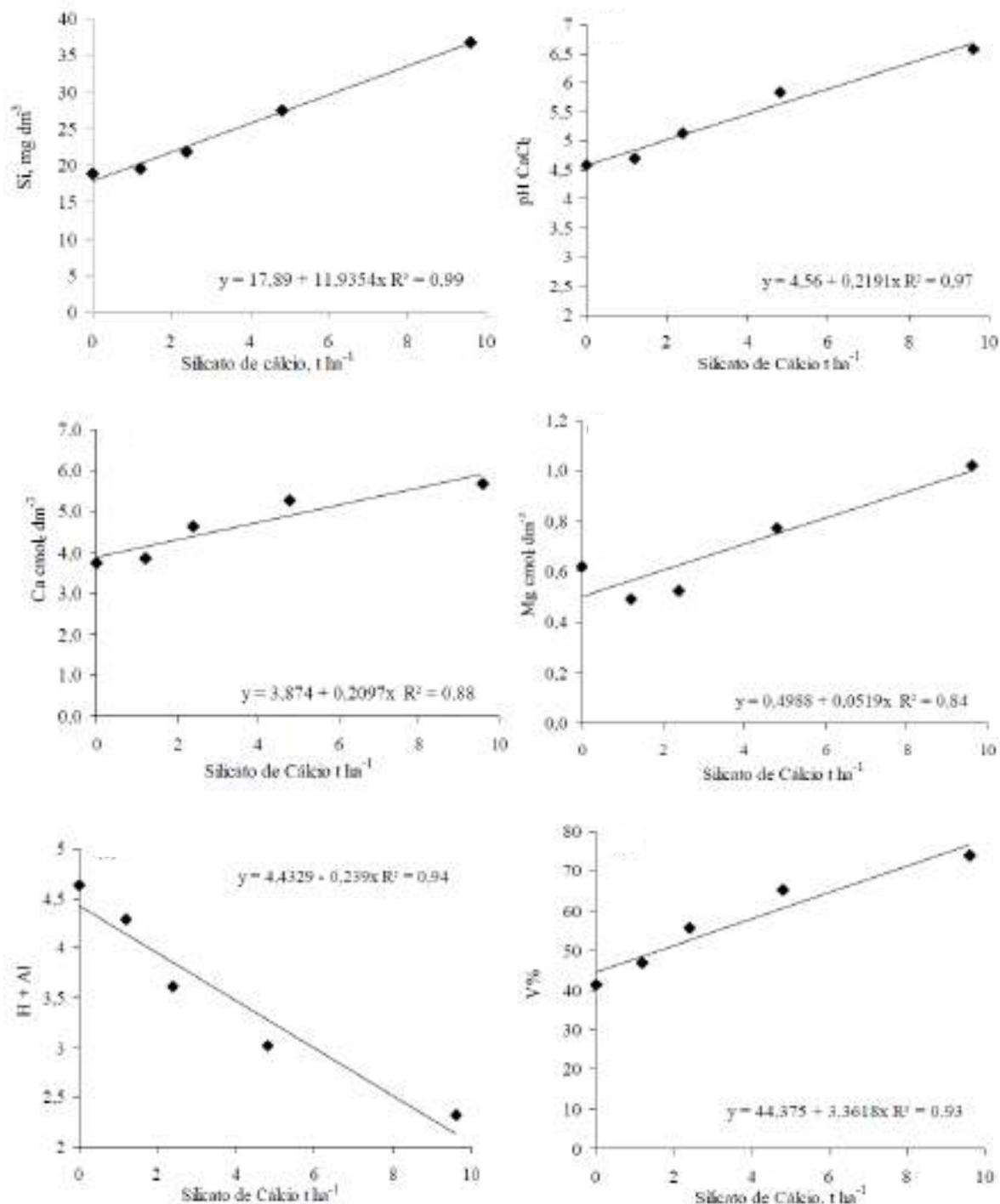


Figura 12.1 Valores médios de Si (ac. acético), pH, Ca²⁺, Mg²⁺, H + Al e V% do solo, após o cultivo com trigo, em função das doses de silicato de cálcio
 Fonte: Sarto et al., 2014

Cultivos sucessivos tendem a diminuir os teores de silício no solo, por isso se faz necessária à reposição desse elemento para um bom desenvolvimento das plantas (KORNDÖRFER, 2002a).

Silício nas plantas

A família das gramíneas (*Poaceae*), que inclui importantes culturas como milho, arroz, cana-de-açúcar e trigo apresenta grande capacidade de acumular silício, a qual varia de acordo com o genótipo (BARBOSA FILHO et al., 2001). Nessas culturas, o teor de Si pode se igualar ou até mesmo exceder os teores de macronutrientes primários (EPSTEIN, 1999; RAFI et al., 1997). Plantas, de modo geral, contêm quantidades de Si variando de 0,1% a 10% do total de sua matéria seca.

O silício é absorvido pela planta na forma de ácido monossilícico (H_4SiO_4) juntamente com água pelo fluxo de massa e se acumula principalmente nas áreas de máxima transpiração como nos tricomas e espinhos, como ácido silícico polimerizado (sílica amorfa). São consideradas plantas acumuladoras de silício, aquelas que possuem teor foliar acima de 1%, e não acumuladoras plantas com teor de silício menor que 0,5% (Ma et al., 2001).

O teor de silício na massa seca permite dividir as plantas superiores em três grupos: acumuladoras, intermediárias e não acumuladoras (MIYAKE, 1992). As acumuladoras apresentam teor de SiO_2 entre 100 a 150 g kg^{-1} , as intermediárias, 10 a 50 g kg^{-1} e, as não acumuladoras, teores menores que 5 g kg^{-1} . As gramíneas são acumuladoras típicas, nas quais os teores de Si atingem de 10 a 20 vezes mais do que em dicotiledôneas. Culturas acumuladoras de Si, beneficiam-se da adubação com este elemento, particularmente em solos altamente intemperizados e dessilicatados, aumentando ou mantendo elevadas produtividades.

O Si pode estimular o crescimento e a produção vegetal por várias ações indiretas, como a diminuição do sombreamento, deixando as folhas mais eretas (ZANÃO JÚNIOR et al. 2010); decréscimo na suscetibilidade ao acamamento (Figura 12.2), maior rigidez estrutural dos tecidos; proteção contra estresses abióticos, como a redução da toxidez de Al, Mn, Fe e Na; diminuição na incidência de patógenos (Figura 12.2), e aumento na proteção contra herbívoros, incluindo os insetos fitófagos (EPSTEIN, 1994; MARSCHNER, 1995).

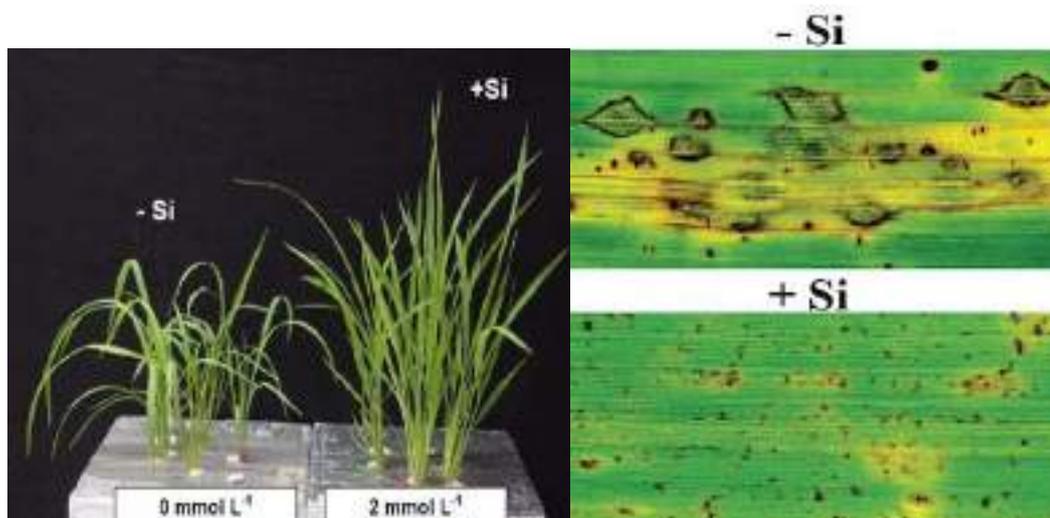


Figura 12.2 Aspecto da arquitetura de plantas de arroz cultivadas em solução nutritiva na presença e ausência de Si (ZANÃO JÚNIOR et al. 2010). O silício reduz os sintomas dessa doença bruszone, causada pelo fungo *Pyricularia grisea* nas folhas e também potencializa os mecanismos de defesa, tais como a produção de fitoalexinas (RODRIGUES et al., 2004).

A deposição de silício absorvido é influenciada por vários fatores: idade da planta, tipo de localização dos tecidos envolvidos e absorção através das raízes, além da transpiração. A variação ampla dos teores de silício no tecido vegetal é resultado tanto da fisiologia das diferentes espécies quanto do ambiente onde as plantas se desenvolvem (CHAGAS, 2004).

Existem alguns locais reconhecidos na planta de deposição de silício: parede celular, lúmen celular e espaços intercelulares nos tecidos das raízes, caule ou na camada extracelular da cutícula (SANGSTER et al., 2001). Quantidades apreciáveis de silício podem ser encontradas nos vacúolos como estruturas cristalizadas, em precipitados no citoplasma e sobre o tonoplasto, tendo como produto final, geralmente, a sílica gel. O fato das plantas de milho concentrar silício dentro da célula, no xilema na sua forma solúvel e sua absorção ser mais rápida que a água, evidencia mecanismo ativo de transporte (dependente de energia), através das membranas das células radiculares (NEUMANN; FIGUEIREDO, 2002; CASEY et al., 2004).

A absorção e acumulação de silício na parte aérea do milho também é determinada pela disponibilidade do elemento no substrato, crescimento e transpiração (DUDA et al, 2001). Aumento de temperatura propicia aumento do teor de silício nos tecidos (SU et al., 2002), já que aumenta a transpiração. A silicificação nas gramíneas ocorre nas raízes e na parte aérea, incluindo folhas, colmos e, mais intensamente, nas inflorescências. Os depósitos de silício ocorrem nos tecidos estruturais, vasculares, de armazenamento e na epiderme, como constatado em plântulas de milho. A silicificação das paredes das células da endoderme das raízes do milho ocorre de maneira bastante rápida. Uma vez silicificados os sítios da

endoderme radicular, a maior parte do silício é transportado para a parte aérea da planta (SANGSTER et al., 2001).

Goussain et al. (2002) observaram maior mortalidade e aumento de canibalismo em grupos de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) quando estas foram alimentadas com folhas de plantas de milho tratadas com Si (Figura 12.3). Constatou-se neste mesmo trabalho acentuado desgaste das mandíbulas das lagartas nos seis ínstaes, quando estas se alimentaram de folhas que apresentavam maior concentração de Si. Foi sugerido que a aplicação de Si pode dificultar a alimentação de lagartas, causando aumento de mortalidade e de canibalismo, tornandoas plantas de milho mais tolerantes a essa praga (Figura 12.3).

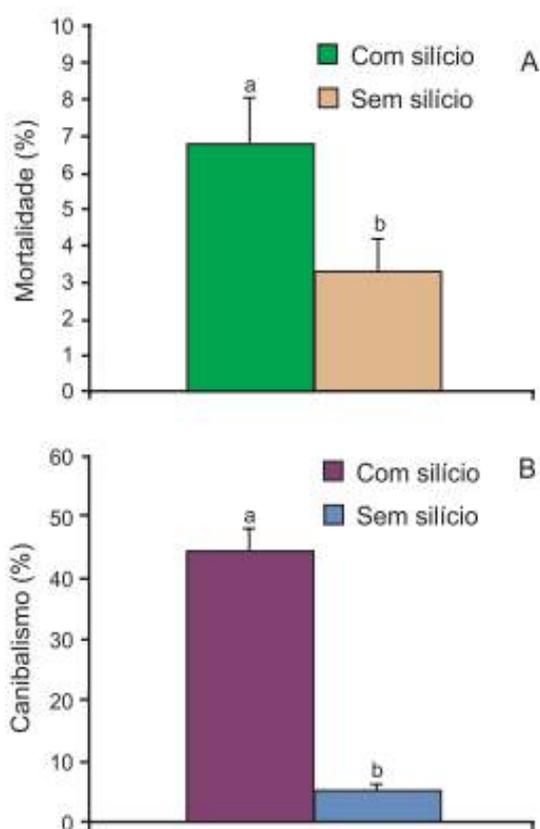


Figura 12.3 Porcentagem de mortalidade (A) e canibalismo (B) de lagartas de *Spodoptera frugiperda* alimentadas com folhas de plantas de milho, com ou sem adição de silício, ao final do 2º instar.

Fonte: Goussain et al. (2002).

Segundo Liang et al. (2007) é amplamente aceito que o silício pode diminuir a toxidez de alumínio. Esse fenômeno também foi observado para outras culturas como cevada (LIANG et al., 2001), trigo (PIÑEROS et al., 2002) e café (RAMÍREZ-BENÍTEZ et al., 2009). Os mecanismos podem envolver a formação de compostos aluminossilicatos na parede celular do córtex de raízes, inibindo a absorção de alumínio para o protoplasma. Desta forma, impedem inibição da atividade enzimática. Com aumento nas concentrações de ácidos orgânicos no interior de raízes também diminui toxidez de alumínio devido à sua complexação

interna por ácidos orgânicos (MA, 2000; PIÑEROS et al., 2002); e alterações nas concentrações de cálcio.

Silicato de cálcio

Em regiões temperadas, os teores totais de silício, excedem os dos sesquióxidos de alumínio e ferro, enquanto nos solos de regiões tropicais ocorre o contrário. Os solos tropicais, que são altamente intemperizados, podem apresentar, em alguns casos, quantidade de silício cinco a dez vezes menores que solos de regiões temperadas (FOY, 1992). Apesar da grande abundância do silício na crosta terrestre (MARSCHNER, 1995), a maioria das classes de solos, que já passaram por processo de dessilicatização (perda de sílica), a exemplo dos Latossolos, Organossolos e Neossolos Quartzarênicos, apresentam baixos teores solúveis deste elemento (SAVANT et al., 1997b; KORNDÖRFER et al., 1999a).

Os materiais corretivos de acidez do solo são produtos capazes de neutralizar (diminuir ou eliminar) a acidez e ainda elevar as quantidades de nutrientes no mesmo, principalmente Ca e Mg. Dentre os materiais que podem ser utilizados na correção da acidez dos solos, destacam-se os óxidos, hidróxidos, silicatos e carbonatos de Ca e Mg (MALAVOLTA, 1981). O calcário é conhecido como o produto mais utilizado na agricultura para esta função. É um produto obtido pela moagem da rocha calcária, tendo como constituintes o carbonato de cálcio (CaCO_3) e o carbonato de magnésio (MgCO_3). Além disso, esse material atua como corretivo de acidez e fornecedor de Ca e Mg (ALCARDE, 1992). Porém, novos materiais estão sendo estudados, a exemplo dos silicatos e agregados siderúrgicos (escórias) proveniente de siderúrgicas produtoras de ferro gusa e aço (PRADO, 2000).

Os silicatos de cálcio e magnésio são constituídos basicamente de CaSiO_3 e MgSiO_3 . Quando aplicados no solo, aumentam a disponibilidade de Si, elevam o pH e aumentam o Ca e Mg trocável do solo (SARTO et al., 2014) (Figura 12.1), reduzindo também a toxicidade por Fe, Mn e Al para as plantas e aumentando a disponibilidade de P no solo (KORNDÖRFER, 2002a).

Resíduos de siderurgia

Materiais alternativos podem ser aplicados para a correção da acidez, desde que o produto é constituído por componentes de neutralização, tais como cálcio e/ou magnésio e óxidos, hidróxidos, carbonatos e silicatos. Os silicatos de cálcio e magnésio são semelhantes em composição de carbonatos; podendo potencialmente substituir calcário (CASTRO; CRUSCIOL, 2013; CAMARGO et al 2007; CARVALHO-PUPATTO et al, 2004).

Estudos recentes têm mostrado que silicato de cálcio/magnésio pode ser utilizado como corretivos de acidez do solo e como fonte de silício (Si) (CASTRO; CRUSCIOL, 2013; 222

CRUSCIOL et al, 2009; PULZ et al, 2008; CARVALHO-PUPATTO et al., 2004). Pesquisas de campo sobre a aplicação de silicato de cálcio/magnésio indicam essa fonte pode ser mais eficiente do que outros materiais (calcário e lodo de esgoto) para correção de camadas mais profundas do solo, devido à sua maior solubilidade (CASTRO; CRUSCIOL, 2013; CORRÊA et al, 2007).

Escórias de siderurgia são resíduos da fabricação de ferro-gusa e do aço, compostos principalmente de silicatos (KORNDÖRFER, 2002; PRADO; FERNANDES, 2001), sendo originadas do processamento em altas temperaturas, geralmente acima de 1400 °C, resultantes da reação do calcário com a sílica presente no minério de ferro (MADEIROS et al., 2009). Possuem composição similar e agem de forma semelhante aos calcários, podendo substituí-los com eficiência (ALCARDE, 1992; KORNDÖRFER, 2002). O Brasil gera cerca de 6,25 milhões de toneladas de escória de siderurgia por ano, gerado durante produção do ferro-gusa, possibilitando utilização abundante e economicamente viável na agricultura (PEREIRA et al. 2003). Este resíduo apresenta características favoráveis, tais como alto conteúdo de Si solúvel, granulometria adequada, facilidade para aplicação mecanizada, baixo custo, relações e quantidades de Ca e Mg equilibradas, além de baixos teores de elementos potencialmente tóxicos (PAIM, 2002; LIMA FILHO, 2005).

A adubação com Si promove maior acúmulo de Si na folha (Figura 12.1), permitindo que fique mais ereta (Figura 12.2) e aumente área foliar exposta à luz solar (CRUSCIOL et al., 2006; ZANÃO JÚNIOR et al. 2010), além de maior resistência ao acamamento e maior taxa fotossintética devida à melhoria da arquitetura foliar (KORNDÖRFER et al., 2002), o que conseqüentemente, resulta em maior produtividade das culturas (DEREN et al., 1994; LIANG et al. 1994; BARBOSA FILHO et al., 1998; KORNDÖRFER; LEPSCH, 1999; FARIA, 2000). Desta forma, trabalhos relatam que poáceas têm apresentado incremento na produtividade mediante o fornecimento de Si às plantas (KORNDÖRFER; DATNOFF, 1995) como nas culturas de milho (MARCUSSE, 2010), trigo, aveia (LIMA FILHO; TSAI, 2007), sorgo (BARBOSA et al., 2008), cana-de-açúcar (KORNDÖRFER; PEREIRA; CAMARGO, 2002; MADEIROS et al., 2009) e arroz (PEREIRA et al., 2004; TOKURA et al., 2007, RAMOS et al., 2008).

Considerações finais

A utilização de resíduos siderúrgicos tem demonstrado alternativa viável para correção da acidez do solo, destacando-se as escórias de siderurgia, subprodutos da indústria do ferro e do aço que são fontes abundantes e baratas de silicatos, tendo como constituintes principais os silicatos de cálcio e de magnésio (MALAVOLTA et al., 2002a).

Os silicatos de Ca e Mg apresentam respostas relevantes quanto aos atributos químicos do solo como aumento dos valores de pH, CTC, V% e níveis de Si, Ca, Mg além de reduzir a acidez potencial (H+Al) e Al tóxico do solo (Figuras 12.2 e 12.3). De forma geral, se torna uma alternativa de uso em regiões que apresentam elevada disponibilidade destes resíduos, principalmente a curtas distâncias das siderurgias, se tornando alternativa ao uso de calcário. E, ainda, propicia maior sustentabilidade às siderurgias com a utilização dos resíduos, além da melhoria nas condições para o desenvolvimento das plantas, proporcionando aumento na produtividade das culturas na agricultura brasileira.

Referências

- ALCARDE, J. C. **Corretivo de acidez do solo**: características e interpretações. São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos e Corretivos Agrícolas, 1992. 26 p. (Boletim Técnico, 6).
- BARBOSA FILHO, M. P.; SNYDER, G. H.; FAGERIA, N. K.; DATNOFF, L. E.; SILVA, O. F. Silicato de cálcio como fonte de silício para o arroz de sequeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 25, p. 325-30, 2001.
- BARBOSA FILHO, M. P.; SNYDER, G. H.; PRABHU, A. S.; DATNOFF, L. E.; KORNDÖRFER, G. H. Importância do silício para a cultura do arroz. **Informações Agronômicas**. v. 89 8 p. Encarte Técnico, 2000.
- BARBOSA, N. C.; VENÂNCIO, R.; ASSIS, M. H. S.; PAIVA, J. B.; CARNEIRO, M. A. C.; PEREIRA, H. S. Formas de aplicação de silicato de cálcio e magnésio na cultura do sorgo em neossolo quartzarênico de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 38, n. 4, p. 290-296, 2008.
- BERTHELSEN, S.; NOBLE, A.; KINGSTON, G.; HURNEY, A.; RUDD, A. Effect of Ca-silicate amendments on soil chemical properties under a sugarcane cropping system. In: SILICON IN AGRICULTURE CONFERENCE, 2., 2002, Tsuruoka. **Proceedings...** Tsuruoka: Japanese Society of Soil Science & Plant Nutrition, 2002. 57 p.
- CAMARGO, M. S.; PEREIRA, H. S.; KORNDÖRFER, G. H.; QUEIROZ, A. A.; REIS, C. B. Soil reaction and absorption of silicon by rice. **Scientia Agricola**, v. 64, p. 176-180, 2007.
- CARVALHO, R.; FURTINE NETO, A.E.; NILTON, C.; FERNANDES, L.A. Dessorção de fósforo por silício em solos ácidos. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Campinas, v. 24, n. 1, p.69-74, 2000.
- CARVALHO-PUPATTO, J. G.; BÜLL, L. T.; CRUSCIOL, C. A. C. Atributos químicos do solo, crescimento radicular e produtividade do arroz de acordo com a aplicação de escórias. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 12, p. 1213-1218, 2004.
- CASEY, W. H.; KINRADE, S. D.; KNIGHT, C. T. G.; RAINS, D. W.; EPSTEIN, E. Aqueous silicate complexes in wheat, *Triticum aestivum* L. **Plant Cell and Environment**, Oxford, v. 27, n. 1, p. 51-54, 2004.
- CASTRO, G. S. A.; CRUSCIOL, C. A. C. Effects of superficial liming and silicate application on soil fertility and crop yield under rotation. **Geoderma**, v. 195-196, p. 234-242, 2013.
- CHAGAS, R. C. S. **Avaliação de fontes de silício para as culturas do arroz e milheto**. Piracicaba, 2 80p. Tese (doutorado) Centro de Energia Nuclear na agricultura, Universidade de São Paulo. 2004.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, quarto levantamento, outubro 2015**. Disponível em:

<<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=>> Acesso em: 09 de agosto 2016.

DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; KORNDORFER, G. H. (Ed.). **Silicon in agriculture**. Amsterdam: Elsevier Science, 2001. p. 17-39.

DEMATTÊ, J. L. I.; PAGGIARO, C. M.; BELTRAME, J. A.; RIBEIRO, S. S. Uso de silicatos em cana-de-açúcar. **Informações Agronômicas**, n. 133, p. 7-12, 2011.

DUDA, R.; GUTSER, R.; SCHMIDHALTER, U. Characterizing site specific differences in water availability. In: INTERNATIONAL PLANT NUTRITION COLLOQUIUM, 14., 2001, Hannover. **Plant nutrition: food security and sustainability of agro-ecosystems through basic and applied research**. Dordrecht: Kluwer Academic, p. 390-391, 2001.

EPSTEIN, E. Silicon. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 50, p. 641-664, 1999.

EPSTEIN, E. The anomaly of silicon in plant biology. **Proceedings of National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 91, p. 11-17, 1994.

ESSER, K.B. Can the application of fused calcium silicate to rice contribute to sustained yields and higher pest resistance? **Outlook on Agriculture**, Biggleswade, v. 31, n. 3, p. 199-201, 2002.

FARIA, R. **Efeito da acumulação de silício e a tolerância das plantas de arroz de sequeiro ao déficit hídrico do solo**. Lavras, 2000.47p. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Solos, Universidade Federal de Lavras.

FORTES, C. A. **Correção do solo com silicato de cálcio e magnésio para produção de gramíneas forrageiras**. 2006. 137f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

FOY, C. D. Soil chemical factors limiting plant root growth. **Advances in Soil Science**, New York, v. 19, n. 1, p. 97-149, 1992.

GASCHO, G. J. Silicon sources for agriculture. In: DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; KORNDÖRFER, G. H. (Ed.) **Silicon in agriculture**. Amsterdam: Elsevier, p. 197-207, 2001.

GONG, H.; ZHU, X.; CHEN, K.; WANG, S.; ZHANG, C. Silicon alleviates oxidative damage of wheat plants in pots under drought. **Plant Science**, v. 169, p. 313-321, 2005.

GOUSSAIN, M. M.; MORAES, J. C.; CARVALHO, J. G.; NOGUEIRA, N. L.; ROSSI, M. L. Efeito da aplicação de silício em plantas de milho no desenvolvimento biológico da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera:Noctuidae). **Neotropical Entomology**, v. 31, p. 305-310, 2002.

HATTORI, T.; INANAGA, S.; ARAKI, H.; AN, P.; MORITA, S.; LUXOVÁ, M.; LUX, A. Application of silicon enhanced drought tolerance in sorghum bicolor. **Plant Physiology**, v. 123, p. 459-466, 2005.

JACKSON, M. L. Chemical composition of soils. In: BEAR, S.E. (ed.). **Chemistry of the soil**. 2.ed. New York: Reinhold, p. 171-141, 1964.

KORNDÖRFER, G. A.; DATNOFF, L. E. Adubação com silício: uma alternativa no controle de doenças da cana-de-açúcar e do arroz. **Informações Agronômicas**, n. 70, p. 1-3, 1995.

KORNDÖRFER, A. P. **A importância do silício nas relações entre herbívoros e *Davilla elliptica* (Dilleniaceae) St. Hill no cerrado**. 2006. 31 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2006.

- KORNDÖRFER, G. H. Uso do silício na agricultura. *Informações Agronômicas*, 117, 2007.
- KORNDÖRFER, G. H.; ARANTES, V. A.; CORRÊA, G. F.; SNYDER, G. H. Efeito do silicato de cálcio no teor de silício no solo e na produção de grãos de arroz de sequeiro. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, n. 3, p. 623, 1999a.
- KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; CAMARGO, M. S. Papel do silício na produção de cana-de-açúcar. **STAB**, Piracicaba, v. 21, n. 1, p. 6-9, 2002b.
- KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; CAMARGO, M. S. **Silicatos de cálcio e magnésio na agricultura**. Uberlândia: UFU/ICAG, 2002a. 23 p. (Boletim técnico, 1).
- KORNDÖRFER, G. H.; NOLLA, A. Efeito do silício no crescimento e desenvolvimento de plantas. In: SIMPÓSIO SOBRE SÍLCIO NA AGRICULTURA, 2., Lavras, 2003. **Anais**. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2003.
- KORNDÖRFER, G. H.; COELHO, N. M.; SNYDER, G. H.; MIZUTANI, C. T. Avaliação de métodos de extração de silício em solos cultivados com arroz de sequeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 23, v. 1, p. 101-106, 1999b.
- LIMA FILHO, O. F.; LIMA, M. T. G., TSAI, S. M. O silício na agricultura. **Informações Agronômicas**, (Encarte Técnico), Piracicaba, n. 87, p. 1-7, 1999.
- LIMA FILHO, O. F.; TSAI, S. M. **Crescimento e produção do trigo e da aveia branca suplementados com silício**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Embrapa Agropecuária Oeste 41. 2007. 34 p.
- MA, J. F.; GOTO, S.; TAMAI, K.; ICHII, M. Role of root hairs and lateral roots in silicon uptake by rice. **Plant Physiology**, Washington, DC, v. 127, n. 4, p. 1773–1780, 2001.
- MADEIROS, L. B.; VIEIRA, A. O.; AQUINO, B. F. Micronutrientes e silício nas folhas da cana-de-açúcar: escória siderúrgica aplicado no solo. **Engenharia Ambiental**, 6:27-37, 2009.
- MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: adubos e adubação**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 594 p.
- MALAVOLTA, E.; PIMENTEL-GOMES, F.; ALCARDE, J. C. **Adubos e adubações: adubos minerais e orgânicos, interpretação da análise do solo, prática da adubação**. São Paulo: Nobel, 2002. 220 p.
- MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/fertilizantes/legislacao>> Acesso: 26/12/2014.
- MARAFON, A. C.; ENDRES, L. Adubação silicatada em cana-de-açúcar. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2011. 48 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documentos, 165).
- MARCUSSI S. A. **Escória de siderurgia como material corretivo e fonte de silício para a cultura do milho no estado de São Paulo**. Dissertação (Graduação), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2010.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2 ed. New York: Academic Press, 1995. 887p.
- MATICHENKOV, V. V.; CALVERT, D. V. Silicon as a beneficial element for sugarcane. **Journal of the American Society of Sugarcane Technologists**, Baton Rouge, v. 22, p. 21-30, 2002.
- MIYAKE, Y. The effect of silicon on the grow of the different groups of rice (*Oryza sativa*) plants. **Scientific Report of the Faculty of Agriculture**, v. 8, p. 101-105, 1992.
- NEUMANN, D.; FIGUEIREDO, C. de. A novel mechanism of silicon uptake. **Protoplasma**, New York, v. 220, n. 1/2, p. 59-67, 2002.

PEREIRA, H. S.; KORNDORFER, G. H.; VIDAL, A. A.; CAMARGO, M. S. Silicon sources for rice crop. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 61, n. 5, p. 522-528, 2004. Piracicaba, n. 117, p. 9-11, 2007.

PRADO, R. M.; FERNANDES, F. M. Escória de siderurgia e calcário na correção da acidez do solo cultivado com cana-de-açúcar em vaso. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 4, p. 739-744, 2000.

PRADO, R. M.; FERNANDES, F. M.; NATALE, W. **Uso agrícola da escória de siderurgia no Brasil: estudos na cultura da cana-de-açúcar**. Jaboticabal: FUNEP, 2001. 67p.

PULZ, A. L.; CRUSCIOL, C. A. C.; LEMOS, L. B.; SORATTO, R. P. Influência de silicato e calcário na nutrição, produtividade e qualidade da batata sob deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 1651-1659, 2008.

RAFI, M. M.; EPSTEIN, E.; FALK, R. H. Silicon deprivation causes physical abnormalities in wheat (*Triticum aestivum* L.). **Journal of Plant Physiology**, Stuttgart, v. 151, p. 497-501, 1997.

RAIJ, B.van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**, 2. ed. Campinas: IAC, 1996. 285 p. (Boletim Técnico, 100).

RAMOS, L. A.; KORNDÖRFER, G. H.; NOLLA, A. Acúmulo de silício em plantas de arroz do ecossistema de várzea submetido à aplicação de diferentes fontes. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 3, p. 751-757, 2008.

RODRIGUES, F. A.; OLIVEIRA, L. A.; KORNDÖRFER, A. P. KORNDÖRFER, G. H. Silício: um elemento benéfico e importante para as plantas. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 134, p. 14-20, 2011.

RODRIGUES, O.; TEIXEIRA, M. C. C. Efeito da adubação nitrogenada, arranjo de plantas e redutor de crescimento no acamamento e em características de cevada. Passo Fundo: **Embrapa Trigo**, 2004.

SANGSTER, A.G.; HODSON, M. J.; PARRY, D.W. Silicon deposition and anatomical studies in the inflorescence bracts of four *Phalaris* species with their possible relevance to carcinogenesis. **New Phytologist**, v. 93, p. 105-122, 2001.

SARTO, M.V.M.; LANA, M.C.; RAMPIM, L.; ROSSET, J.; SERGIO; INAGAKI, A.M.; BASSEGIO, D. Effects of silicon (Si) fertilization on gas exchange and production in *Brachiaria*. **Australian Journal of Crop Science**, v. 10, n. 3, p. 307-313, 2016.

SARTO, M.V.M., LANA, M.C., RAMPIM, L., ROSSET, J.S., WOBETO, J.R. Effects of silicate application on soil fertility and wheat yield. **Semina**, v. 36, p. 4071-4082, 2015.

SARTO, M.V.M., RAMPIM, L., LANA, M., ROSSET, J., ECCO, M., WOBETO, J. Atributos químicos do solo e desenvolvimento da cultura do trigo em função da adubação silicatada. **Agrarian**, v. 7, n. 25, p. 390-400, 2014.

SAVANT, N. K.; DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H. Depletion of plant-available silicon in soils: a possible cause of declining rice yields. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 28, p. 1245-1252, 1997b.

SAVANT, N. K.; SNYDER, G. H.; DATNOFF, L. E. Silicon management and sustainable rice production. **Advances in Agronomy**, v. 58, p. 151-199, 1997a.

SENA, M. C.; CASTRO, S. H. Legislação e fiscalização do uso de silício na agricultura. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE SILÍCIO NA AGRICULTURA, 5., 2010, Viçosa. **Anais...**, Viçosa, MG: UFV, DFP, 2010. p. 183-202.

SORATTO, R. P.; CRUSCIOL, C. A. C. Nutrição e produtividade de grãos da aveia-preta em função da aplicação de calcário e gesso em superfície na implantação do sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 2, p. 715-725, 2008.

SRIPANYAKORN, S. JUGDAOHSINGH, R.; THOMPSON, R. P. H.; POWELL, J. J. Dietary silicon and bone health. **Nutrition Bulletin**, v. 30, p. 222-230, 2005.

SU, R. Z.; LIU, Z. M.; LI, J.; AI, J. Study on silica distribution of wheat straw surface. **Scientia Silvae Sinicae**, Beijing, v. 38, n. 6, p. 99-102, 2002.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 848 p.

TAKAHASHI, E. Uptake mode and physiological functions of silica. In: MATSUO, T.; KUMAZAWA, K.; ISHII, R.; ISHIHARA, K.; HIRATA, H. **Science of the rice plant: physiology**. Tokyo: Food and Agriculture Policy Research Center, p. 420-433, 1995.

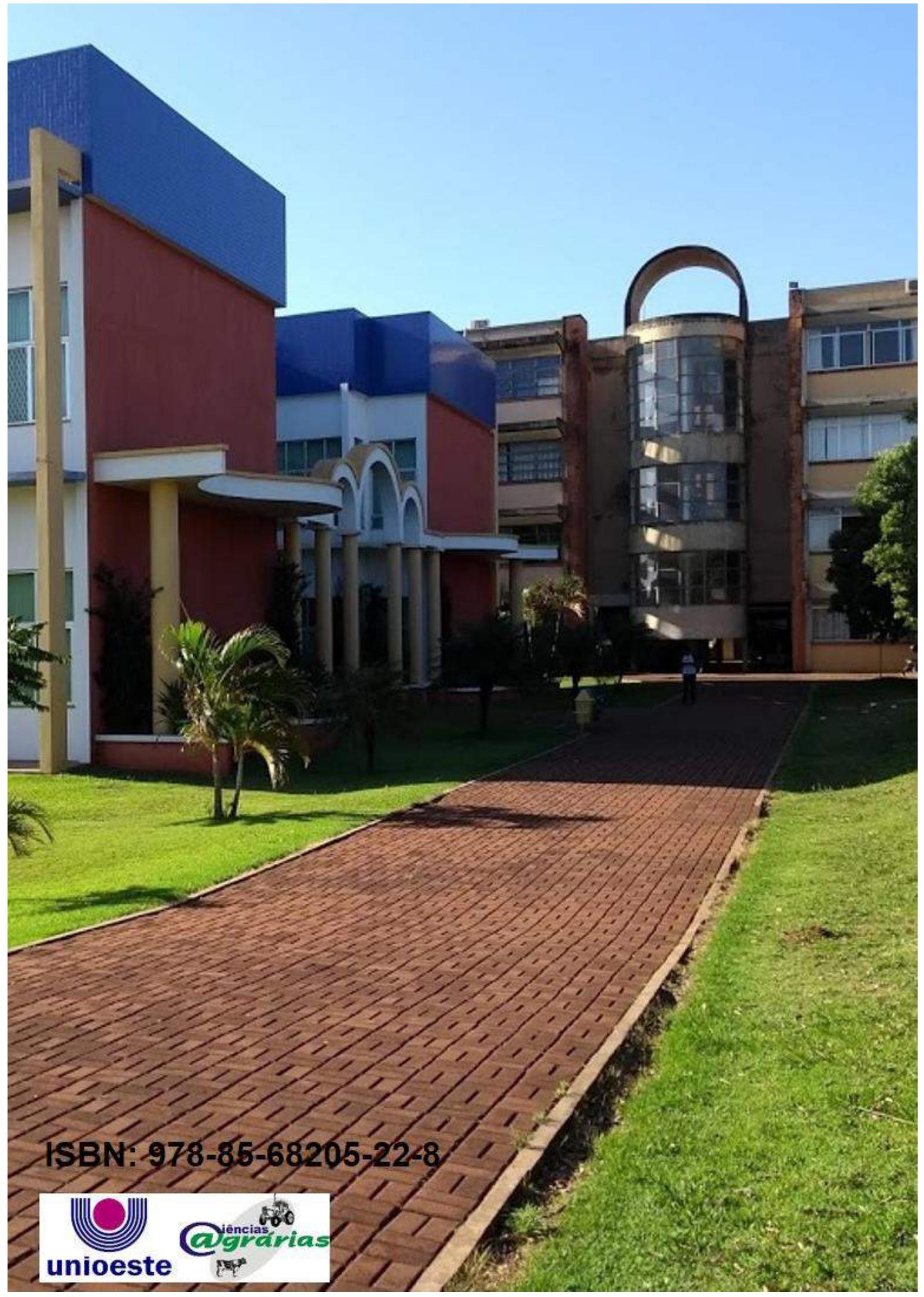
TOKURA, A. M.; NETO, A. E. F.; CURI, N.; CARNEIRO, L. F.; ALOVIS, A. A. Silício e fósforo em diferentes solos cultivados com arroz de sequeiro. **Acta Scientiarum - Agronomy**, Maringá, v. 29, n. 1, p. 9-16, 2007.

USDA - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, Foreign Agricultural Service. **Production, Supply and Distribution Online: Custom Query**. USDA, 2016.

YOSHIDA, S. Chemical aspects of the role of silicon in physiology of the rice plant. **Bulletin of the National Institute Agronomic Science of Japan Serie B**, v. 15, p. 1-58, 1965.

ZANÃO JÚNIOR, L. A.; COELHO, P. H. M.; FONTES, R. L. F.; ÁVILA, V. T.; E KAWAMURA, I. K. Severidade da mancha-marrom em trigo cultivado com diferentes formas de nitrogênio e doses de manganês. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33 n. 5, p. 1199-1206, 2009.

ZANÃO JÚNIOR, L. A.; FONTES, R. L. F.; NEVES, J. C. L.; KORNDORFER, G. H.; AVILA, V. T. Rice grown in nutrient solution with doses of manganese e silicon. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, p.1629-1639, 2010.



ISBN: 978-85-68205-22-8

