INTERNATIONAL YEAR OF PLANT HEALTH 2020

SANIDADE VEGETAL

Uma estratégia global para eliminar a fome, reduzir a pobreza, proteger o meio ambiente e estimular o desenvolvimento econômico sustentável.

CREA-SC
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Santa Catarina

CIDASC

GOVSC
SECRETARIA AGRICULTURA

INTERNATIONAL YEAR OF PLANT HEALTH 2020

SANIDADE VEGETAL

Uma estratégia global para eliminar a fome, reduzir a pobreza, proteger o meio ambiente e estimular o desenvolvimento econômico sustentável.

Organizadores

Diego Medeiros Gindri
Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina

Patrícia Almeida Barroso Moreira
Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina

Mario Alvaro Aloisio Verissimo
Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina

1ª Edição

Florianópolis, 2023

CREA-SC
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Santa Catarina

CIDASC

GOVSC
SECRETARIA
AGRICULTURA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Sanidade vegetal : uma estratégia global para eliminar a fome, reduzir a pobreza, proteger o meio ambiente e estimular o desenvolvimento econômico sustentável / organização Diego Medeiros Gindri, Patrícia Almeida Barroso Moreira, Mario Alvaro Aloisio Verissimo. -- 1. ed. -- Florianópolis, SC : Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina - CIDASC, 2023.

Vários autores.
Bibliografia.
ISBN 978-65-993201-2-5

1. Agricultura sustentável 2. Desenvolvimento econômico - Aspectos ambientais 3. Desenvolvimento sustentável 4. Educação sanitária 5. Fome - Aspectos sociais 6. Globalização 7. Meio ambiente - Biodiversidade - Preservação 8. Saúde pública 9. Segurança alimentar 10. Sustentabilidade ambiental I. Gindri, Diego Medeiros. II. Moreira, Patrícia Almeida Barroso. III. Verissimo, Mario Alvaro Aloisio.

23-169357 CDD-333.7

Índices para catálogo sistemático:

1. Sanidade vegetal : Desenvolvimento sustentável : Economia ambiental 333.7
Aline Graziele Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129

GOVERNADOR DO ESTADO DE SANTA CATARINA
Jorginho Mello

VICE-GOVERNADORA DO ESTADO DE SANTA CATARINA
Marilisa Boehm

SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA
Valdir Colatto

COMPANHIA INTEGRADA DE DESENVOLVIMENTO AGRÍCOLA DE SANTA CATARINA

PRESIDENTE
Celles Regina de Matos

DIRETORA ADMINISTRATIVA FINANCEIRA
Vanessa Souza Adami do Espírito Santo

DIRETOR DE DEFESA AGROPECUÁRIA
Diego Rodrigo Torres Severo

DIRETOR INSTITUCIONAL
Marcos Roberto Pacheco

DEPARTAMENTO ESTADUAL DE DEFESA SANITÁRIA VEGETAL
Alexandre Mees

DIVISÃO DE DEFESA SANITÁRIA VEGETAL
Fabiana Alexandre Branco

DIVISÃO DE FISCALIZAÇÃO DE INSUMOS AGRÍCOLAS
Geovani Pedro de Souza

COORDENAÇÃO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO SANITÁRIA
Fabiana Alexandre Branco

CREA-SC
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Santa Catarina

CIDASC

GOVSC
SECRETARIA
AGRICULTURA

Colaboradores

Adalecio Kovaleski
Engenheiro Agrônomo, Doutor em Entomologia, pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS.
E-mail: adalecio.kovaleski@embrapa.br

Alaide Cristina de Bem Matos
Engenheira ambiental e sanitarista, mestranda no Programa de Pós Graduação em Bioquímica e Biologia Molecular, UDESC, Lages, SC.
E-mail: acdebem20@gmail.com

Alan Luiz Rizzoli
Engenheiro agrônomo, Mestre em Agroecossistemas, Auditor Fiscal Federal Agropecuário do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, São José, SC.
E-mail: alan.rizzoli@agricultura.gov.br

Altamiro Morais Matos Filho
Engenheiro Agrônomo, M.Sc. Gestão Ambiental (UFSC), Extensionista Rural Epagri, Gerência Regional de Florianópolis, SC.
E-mail: miro@epagri.sc.gov.br

Ana Emília Siegloch
Bióloga, Doutora em Entomologia e Pós Doutora em Ecologia, Docente do Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Saúde, UNIPLAC, Lages, SC.
E-mail: asiegloch@gmail.com

Ana Maria Pereira Reche
Técnica em biotecnologia, IFSC, Lages, SC e estudante de medicina veterinária, UNIFACVEST, Lages, SC.
E-mail: anareche0902@gmail.com

Angelo de Oliveira Gonçalves
Agrônomo, Mestre em Produção Vegetal da Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC, Ilhéus, BA.
E-mail: goncalves.aog@gmail.com

Bruna Fernanda da Silva
Bióloga, Doutora em Biologia Geral/ Biologia de Parasitas e Microorganismos, Docente do Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Saúde, UNIPLAC, Lages, SC.
E-mail: brusilvabio@gmail.com

Caio César Simão
Engenheiro agrônomo, Auditor Fiscal Federal Agropecuário do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. São José, SC.
E-mail: caio.simao@agricultura.gov.br

Caio Fábio Stoffel Efrom
Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia/Fitotecnia, Secretaria da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural do Rio Grande do Sul, Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária, Porto Alegre, RS.
E-mail: Caio-efrom@agricultura.rs.gov.br

Cileide Maria Medeiros Coelho
Engenheira agrônoma, Doutora em Ciências (Fisiologia Vegetal), Coordenadora do Laboratório Oficial de Análise de Sementes (LASO-CAV-UDESC), Docente da Universidade do Estado de Santa Catarina - Udesc, Lages, SC.
E-mail: cileide.souza@udesc.br

Cristina Ramos Callegari
Nutricionista, Especialização em Saúde da Família (UFSC), Extensionista Social - Epagri, Escritório Municipal de Florianópolis, SC.
E-mail: cristinaramos@epagri.sc.gov.br

Cristiano João Arioli
Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitossanidade/Entomologia, Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural – Epagri, Estação Experimental de São Joaquim, SC.
E-mail: cristianoarioli@epagri.sc.gov.br

Clovis Thadeu Rabello Improta
Médico Veterinário, Mestre em Agroecossistemas, Professor do Mestrado Profissional em Defesa Sanitária Animal da Universidade Estadual do Maranhão – UEMA. São Luíz, MA.
E-mail: clovis_improta@yahoo.com.br

Daniel Remor Moritz
Mestre em Fitotecnia e Engenheiro agrônomo na Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina - Cidasc, Criciúma SC.
E-mail: daniel@cidasc.sc.gov.br

Dahise Briliger
Engenhera Agrônoma, Doutoranda em Produção Vegetal, Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, Lages, SC.
E-mail:dahisebrilinger@gmail.com

Deivid Luis Vieira Stefen
Engenheiro Agrônomo, Doutor em Produção Vegetal, Docente da Universidade Comunitária da Região de Chapecó - Unochapecó, Chapecó, SC.
E-mail: deividstefen@unochapeco.edu.br

Diego Medeiros Gindri
Doutor em Produção Vegetal e Engenheiro agrônomo na Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina - Cidasc, Lages, SC.
E-mail: diegogindri@cidasc.sc.gov.br

Douglas Oliveira Damaceno
Aluno do curso superior de Processos Químicos do Instituto Federal de Santa Catarina, - IFSC, Lages, SC. E-mail: ddamaceno96@gmail.com

Eduarda Lessa de Araújo de Souza
Aluna do curso superior de Gestão do Agronegócio do Instituto Federal de Santa Catarina, - IFSC, Lages, SC.
E-mail: eduarda.l.a.s16@gmail.com

Fabiane dos Santos
Mestre em Ciências e Engenheira agrônoma na Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina - Cidasc, Florianópolis, SC.
E-mail: fabiane@cidasc.sc.gov.br

Fábio Ramos Alves
Agrônomo, Doutor em Agronomia/Fitopatologia, Docente do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, CCAE/UFES - Campus Alegre, ES.
E-mail: fabioramosalves@yahoo.com.br

Fernando Domingo Zinger
Agrônomo, Doutor em Produção Vegetal, Docente do Instituto Federal de Santa Catarina, - IFSC, Lages, SC.
E-mail: fernando.zinger@ifsc.edu.br

Francielle Regina Nunes
Engenheira Agrônoma, Mestre em Produção Vegetal, Doutoranda na Universidade do Estado de Santa Catarina - Udesc, Lages, SC.
E-mail: fran_rnd@hotmail.com

Giselle Regina Rodolfo
Engenheira Agrônoma, Doutora em Produção Vegetal, Docente da Universidade do Estado de Santa Catarina - Udesc, Lages, SC.
E-mail: giselle.rodolfo@udesc.br

Ivanise de Oliveira Goulart
Enfermeira, Mestre em Ambiente e Saúde, Enfermeira na ESF, junto a Secretária Municipal de Saúde de Lages, Docente no Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial, Senac - SC.
E-mail: nise_056@hotmail.com

Jairo João Carbonari
Engenheiro Agrônomo, Doutor em Entomologia, Auditor Fiscal Federal Agropecuário do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Porto Alegre, RS.
E-mail: jairo.carbonari@agricultura.gov.br

Jeferson Gomes da Silveira
Aluno do curso superior de Ciência da Computação do Instituto Federal de Santa Catarina, - IFSC, Lages, SC.
E-mail: jefersongomes0101@gmail.com

Joatan Machado da Rosa
Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitossanidade/Entomologia, Docente da Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas, Laboratório Costa Lima, Curitiba, PR.
E-mail: joatanmachado@ufpr.br

Josiane Aparecida Farias Prado
Fisioterapeuta, Mestre em Ambiente e Saúde, Fisioterapeuta do Hospital Nossa Senhora dos Prazeres - HNSP, Lages, SC.
E-mail: nise_056@hotmail.com

Leandro Hahn
Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural - Epagri, Estação Experimental de Caçador, SC. Professor da Universidade Alto Vale do Rio do Peixe (Uniarp).
E-mail: leandrohahn@epagri.sc.gov.br

Lenita Agostinetto
Engenheira agrônoma, Doutora em Produção Vegetal/Fitopatologia, Docente e Coordenadora Adjunta do Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Saúde, UNIPLAC, Lages, SC.
E-mail: prof.leagostinetto@uniplaclages.edu.br

Lilian Lagen Rodrigues
Agrônoma, Mestre em Produção Vegetal pelo Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, CCAE/UFES - Campus Alegre, ES.
E-mail: llagemrodrigues@yahoo.com.br

Lilian Katiany Castello Rabello Zinger
Agrônoma, Doutora em Produção Vegetal pelo Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, CCAE/UFES - Campus Alegre, ES.
E-mail: lilianzinger01@gmail.com

Luciane Costa de Oliveira
Agrônoma, Doutora e Pós-doutora em Manejo de solos, Docente do Instituto Federal de Santa Catarina, - IFSC, Lages, SC.
E-mail: luciane.costa@ifsc.edu.br

Maiza Silva de Figueiredo
Agrônoma, estudante de Mestrado em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, CCAE/UFES - Campus Alegre, ES.
E-mail: maizafigueiredo@yahoo.com.br

Mariane Carvalho Vidal
Bióloga. Doutora em Agroecologia, Desenvolvimento Rural Sustentável e Sociologia Rural. Pesquisadora da Embrapa Hortaliças. Coordenadora da criação e do lançamento do Programa Nacional de Bioinsumos do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília, DF.
E-mail: mariane.vidal@embrapa.br

Mario Alvaro Aloisio Verissimo
Doutor em Agronomia e Engenheiro Agrônomo, na Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina - Cidasc, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.
E-mail: verissimo@cidasc.sc.gov.br

Matheus Mazon Fraga
Mestre em Recursos Genéticos Vegetais e Engenheiro Agrônomo na Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina - Cidasc, Florianópolis, SC.
E-mail: matheus@cidasc.sc.gov.br

Mauro Murara Junior
Técnico Agrícola, Engenheiro Florestal, Especialista em Gestão de Pessoas, Mestre em Ciências Florestais, Diretor Executivo da Associação Catarinense de Empresas Florestais - ACR, Lages, SC.
E-mail: mauro.murara@acr.org.br

Mércia Maguerroski Castilho
Técnica em biotecnologia, IFSC, Lages, SC e Estudante de sistemas de informação, UFSC, Florianópolis, SC.
E-mail: mercia.maguerroski@gmail.com

Moisés Lopes de Albuquerque
Bacharel em Ciências Contábeis, Diretor Executivo da Associação Brasileira de Produtores de Maçã - ABPM, Fraiburgo, SC.
E-mail: abpm@abpm.org.br

Patrícia Almeida Barroso Moreira
Mestre em Biologia Vegetal e Engenheira agrônoma na Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina - Cidasc, Florianópolis, SC.
E-mail: patriciabarroso@cidasc.sc.gov.br

Rafaela Karen Fabri
Nutricionista, Mestre e Doutora em Nutrição - Programa de Pós-graduação em Nutrição da Universidade Federal de Santa Catarina, Pesquisadora do NUPPRE e do Observatório de Estudos em Alimentação Saudável e Sustentável - ObASS, Florianópolis, SC.
E-mail: rafa.kf@gmail.com

Rayza Dal Molin Cortese
Nutricionista, Mestre e Doutora em Nutrição - PPGN/UFSC, Docente do Curso de Nutrição do Centro Universitário Estácio de Santa Catarina, Pesquisadora do NUPPRE e do Observatório de Estudos em Alimentação Saudável e Sustentável - ObASS, Florianópolis, SC.
E-mail: rayzacortese@gmail.com

Rita de Cassia de Freitas Santos
Bióloga, Mestre em Energia e Sustentabilidade, Docente do Instituto Federal de Santa Catarina, - IFSC, Lages, SC.
E-mail: ritafsbio@gmail.com

Roberto Akitoshi Komatsu
Agrônomo, Doutor em Agronomia, Docente do Instituto Federal de Santa Catarina, - IFSC, Lages, SC.
E-mail: roberto.komatsu@ifsc.edu.br

Robson Costa
Bacharel em Informática, Doutor em Engenharia Informática, Docente do Instituto Federal de Santa Catarina, - IFSC, Lages, SC.
E-mail: fernando.zinger@ifsc.edu.br

Rodolfo Saldanha
Engenheiro Agrônomo, Auditor Fiscal Federal Agropecuário do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, São José, SC.
E-mail: rodolfo.saldanha@agricultura.gov.br

Sídia Witter
Bióloga, Doutora em Biociências, Secretaria da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural do Rio Grande do Sul, Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa em Produção Vegetal, Porto Alegre, RS.
E-mail: Sidia-witter@agricultura.rs.gov.br

Silmar Primieri
Biólogo, Doutor em Ciência do Solo pela UDESC, professor na área de ambiente e saúde, IFSC, Lages, SC.
E-mail: silmar.primieri@ifsc.edu.br

Sergio Omar de Oliveira
Mestre em Agronomia e Engenheiro Agrônomo na Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina - Cidasc, Caçador, SC.
E-mail: osergio@cidasc.sc.gov.br

Silvio Luiz Rodrigues Testaseca
Engenheiro agrônomo, Mestre em Proteção de Plantas e Administração Rural, Auditor Fiscal Federal Agropecuário do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Braília, DF.
E-mail: silvio.testasecca@agricultura.gov.br

Suellen Secchi Martinelli
Nutricionista, Mestre e Doutora em Nutrição – PPGN/UFSC, Docente do Departamento de Nutrição da Universidade Federal de Santa Catarina, Pesquisadora do NUPPRE e do Observatório de Estudos em Alimentação Saudável e Sustentável - ObASS, Florianípolis, SC.
E-mail: suellen.smartinelli@gmail.com

Suzi Barletto Cavalli
Nutricionista, Mestre em Extensão Rural e Doutora em Alimentos e Nutrição, Docente do Programa de Pós-Graduação e Departamento de Nutrição da Universidade Federal de Santa Catarina, Pesquisadora do NUPPRE, Coordenadora do Observatório de Estudos em Alimentação Saudável e Sustentável - ObASS, Florianípolis, SC.
E-mail: sbcavalli@gmail.com

Yuri Jivago Ramos
Mestre em Defesa Sanitária Vegetal e Engenheiro agrônomo, na Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina - Cidasc, Lages, SC.
E-mail: ramos@cidasc.sc.gov.br

Waldir Cintra de Jesus Júnior
Agrônomo, Doutor e Pós-Doutor em Fitopatologia, Docente do Centro de Ciências da natureza da Universidade Federal de São Carlos, Campus Buri, SP.
E-mail: willian.moraes@ufes.br

Willian Bucker Moraes
Agrônomo, Doutor em Proteção de Plantas, Docente do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, CCAE/UFES - Campus Alegre, ES.
E-mail: willian.moraes@ufes.br

Sumário

Prefácio 23

SEÇÃO 1 – Medidas fitossanitárias, Sistema unificado de sanidade vegetal e Organizações nacionais de proteção fitossanitária 25

Biosseguridade agrícola, um desafio emergente: Conceitos, fundamentos e perspectivas 26

Sanidade vegetal brasileira: uma análise sob a perspectiva sistêmica..... 44

Agronegócio e sanidade vegetal no Brasil sob a ótica da geopolítica e globalização – O caso da Índia 94

Cooperação público e privada para a detecção, erradicação e contenção de pragas..... 120

A Erradicação de Cydia pomonella (Lepidoptera: Tortricidae) no Brasil .. 135

SEÇÃO 2 - Promoção da segurança alimentar 151

Sistemas alimentares, nutrição e alimentação saudável e sustentável.... 152

O uso dos agrotóxicos e a exposição humana e ambiental 180

Resíduos de agrotóxicos nos alimentos vegetais: Ações do Estado de Santa Catarina na mitigação, monitoramento e rastreabilidade..... 240

PANC, soberania e segurança alimentar e nutricional..... 256

SEÇÃO 3 – Educação para sanidade vegetal..... 264

A educação sanitária e a comunicação em saúde como instrumentos transformadores da defesa sanitária agropecuária 265

7 Hábitos para uma Defesa Sanitária Vegetal altamente eficaz..... 288

Sanitarista júnior: Educação sanitária nas escolas de Santa Catarina..... 301

Difusão de conhecimentos agroecológicos e de defesa vegetal: Experiências do Instituto Federal de Santa Catarina/ Câmpus Lages 311

SEÇÃO 4 – Proteção da sanidade vegetal e a conservação da

biodiversidade 322

Insetos polinizadores: a base para manutenção da biodiversidade e crescimento econômico 323

Bioinsumos: o programa nacional e a sua relação com a produção sustentável 380

Manejo conservacionista do solo no cultivo de hortaliças 410

Alertas fitossanitários: Sistema de monitoramento remoto de microclima em vinhedos 434

Diversidade de fungos endofíticos isolados de plantas nativas da Serra Catarinense e seu potencial no controle de fitopatógenos 446

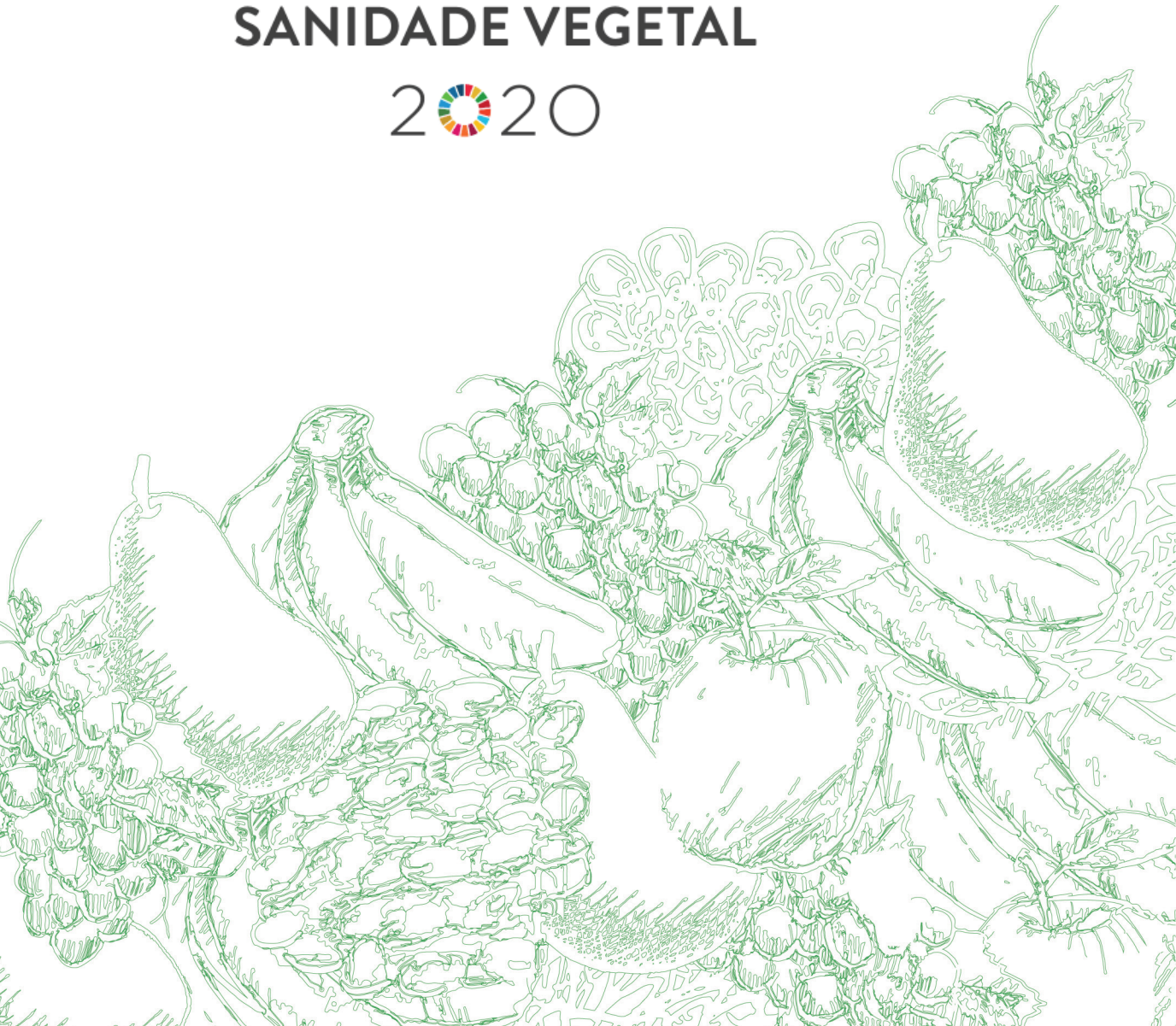
Importância da quantificação de danos e perdas causados por fitonematoides em plantas cultivadas 458

Conservação da biodiversidade: caracterização da variabilidade genética para uso e preservação 470

Considerações finais 482

Obra em colaboração ao:

ANO INTERNACIONAL DA
SANIDADE VEGETAL
2020



Mensagens da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura - FAO

Dear Friend,

I have the honour as Chairperson of the International Steering Committee for the International Year of Plant Health (IYPH) to congratulate you for your efforts in involving young minds in activities and initiatives linked to the IYPH. Your organization joins forces with the many hundreds that have been organising similar initiatives globally, raising awareness on the importance of plant health, especially during this period of COVID-19 pandemic.

During a time when the world is in the deadly grip of a human respiratory virus, the SARS-CoV-2, many may ask why there is a need to focus on plant health when all attention and focus is needed to concentrate on measures to save the lives of potentially millions of people worldwide. The life and health of plants appear utterly insignificant in comparison to human health or live threats and yet they are intricately interwoven. Plants are enabling us to live and to exist on this planet.

Plants produce the oxygen we need to breathe. We rely on plants for food, since almost all our food is directly or indirectly plant based. We need plants for medical reasons, since medicinal characteristics of many plant species are either directly used for human medication of serve as a blueprint to produce pharmaceutical drugs. Plants are providing us with building materials for shelter and supplying us with energy for heat and transportation. The existence and diversity of plants are the cornerstone of all life on earth – *plants are life*!

Pests and diseases threaten our plant resources and consequently cause hunger, poverty and the loss of biodiversity. The IYPH 2020 will be the opportunity for all professions dealing with plant health in the wider sense to promote their activities, their policies and their objectives to wide sections of the public and political decision makers. It is the opportunity to make tourists and traders aware of their roles in distributing pests and diseases. Scientists, research institutions, universities, plant protections services, commercial stakeholders and any professionals dealing with plant health need to take this opportunity to inform and educate the public and political decision makers about the positive impacts of plant health.

Youth plays a crucial role in carrying this message beyond present times and I sincerely hope that you make the IYPH 2020 Key Messages your own, and maybe even choose to a career in plant health, if you have not done so already. The International Steering Committee of the IYPH 2020 wishes you success in your endeavours sustaining the IYPH during this year and more importantly also in the future.

Best regards,

Ralf Lopian

Chair of the International Steering Committee for the IYPH 2020

Ministry of Agriculture and Forestry of Finland

Maa- ja metsätalousministeriö
Jord- och skogsbruksministeriet
Ministry of Agriculture and Forestry

INTERNATIONAL YEAR OF PLANT HEALTH 2020

Tradução:

"Querido amigo,

Tenho a honra, como presidente do Comitê Diretor Internacional para o Ano Internacional da Sanidade Vegetal (IYPH), de parabenizá-lo por seus esforços em envolver mentes jovens em atividades e iniciativas vinculadas ao IYPH. Sua organização une forças com as muitas centenas que vêm organizando iniciativas semelhantes em todo o mundo, aumentando a consciência sobre a importância da saúde das plantas, especialmente durante este período de pandemia de COVID-19.

Durante uma época em que o mundo está nas garras mortais de um vírus respiratório humano, o SARS-CoV-2, muitos podem se perguntar por que é necessário focar na saúde das plantas quando toda atenção e foco são necessários para se concentrar em medidas para salvar a vida de potencialmente milhões de pessoas em todo o mundo. A vida e a saúde das plantas parecem absolutamente insignificantes em comparação com a saúde humana ou ameaças vivas e, ainda assim, estão intrinsecamente interligadas. As plantas estão nos permitindo viver e existir neste planeta.

As plantas produzem o oxigênio de que precisamos para respirar. Contamos com as plantas para nos alimentarmos, já que quase todos os nossos alimentos são direta ou indiretamente à base de plantas. Precisamos das plantas por razões médicas, uma vez que as características medicinais de muitas espécies de plantas são usadas diretamente para medicamentos humanos ou servem como um modelo para a produção de medicamentos. As plantas estão nos fornecendo materiais de construção para abrigo e energia para aquecimento e transporte. A existência e diversidade das plantas são a pedra angular de toda a vida na Terra - as plantas são vida!

Pragas e doenças ameaçam nossos recursos vegetais e, conseqüentemente, causam fome, pobreza e perda de biodiversidade. O IYPH 2020 será a oportunidade para todas as profissões que lidam com fitossanidade em um sentido mais amplo de promover suas atividades, suas políticas e seus objetivos para amplos setores do público e tomadores de decisões políticas. É a oportunidade de conscientizar turistas

e comerciantes sobre seu papel na distribuição de pragas e doenças. Cientistas, instituições de pesquisa, universidades, serviços de proteção de plantas, partes interessadas comerciais e quaisquer profissionais que lidam com a sanidade das plantas precisam aproveitar esta oportunidade para informar e educar o público e os tomadores de decisões políticas sobre os impactos positivos da saúde das plantas.

Os jovens desempenham um papel crucial em levar esta mensagem além dos tempos atuais e eu sinceramente espero que você faça as Mensagens-chave do IYPH 2020, e talvez até mesmo escolha uma carreira em saúde vegetal, se você ainda não o fez. O Comitê Diretivo Internacional do IYPH 2020 deseja a você sucesso em seus esforços para sustentar o IYPH durante este ano e, mais importante, também no futuro.

Atencioamente,

Ralf Lopian

Chair of the International Steering Committee for the IYPH 2020

Ministry of Agriculture and Forestry of Finland"

Maa- ja metsätalousministeriö
Jord- och skogsbruksministeriet
Ministry of Agriculture and Forestry

INTERNATIONAL YEAR OF
PLANT HEALTH
2020

Mensagem da Cidasc

Caros leitores,

A população mundial está crescendo, aproximadamente, um bilhão de habitantes a cada duas décadas, e além disso, a tecnologia médica e o acesso à informação têm influenciado significativamente para o aumento da longevidade em nível mundial. Um dos grandes desafios globais está sendo produzir alimentos em quantidade e qualidade suficientes, a baixos custos para garantir o acesso às populações mais carentes.

A Defesa Agropecuária tem papel importante para a superação desse desafio global!

Uma das estratégias adotadas pela Defesa Agropecuária para o alcance de sua missão é a Educação Sanitária. A educação sanitária em defesa agropecuária é o processo de disseminação, construção e apropriação de conhecimentos, por parte dos participantes das diversas etapas das cadeias produtivas associadas às atividades agropecuárias e pela população em geral, relacionados com a saúde animal, sanidade vegetal e qualidade dos produtos, subprodutos e insumos agropecuários.

A educação sanitária deve promover a aproximação e colaboração mútua de organizações dos setores de agropecuária, saúde e educação, visando assegurar bens e serviços mais sadios e seguros, serviços públicos saudáveis e ambientes mais limpos e desfrutáveis.

No Brasil existem trabalhos belíssimos de educação sanitária, dentre os quais podemos destacar aqueles que envolvem os jovens, como o Sanitarista Acadêmico. O programa Sanitarista Acadêmico está apoiado sob a ótica de One Health (“Saúde Única”), definida pela FAO/OIE/OMS, objetivando demonstrar a importância e a potência da saúde animal, sanidade vegetal, e segurança dos alimentos para a sociedade.

Esta publicação, ao reunir 58 autores de 19 organizações públicas e privadas, contribui para a aproximação e colaboração mútuas, por meio das vivências em educação sanitária; viabiliza para que agentes como o Sanitarista Acadêmico tornem-se multiplicadores das ações de defesa agropecuária e passem a disseminar conhecimentos que contribuirão para a melhoria da produção de alimentos seguros e a qualidade de vida no campo e nas cidades.

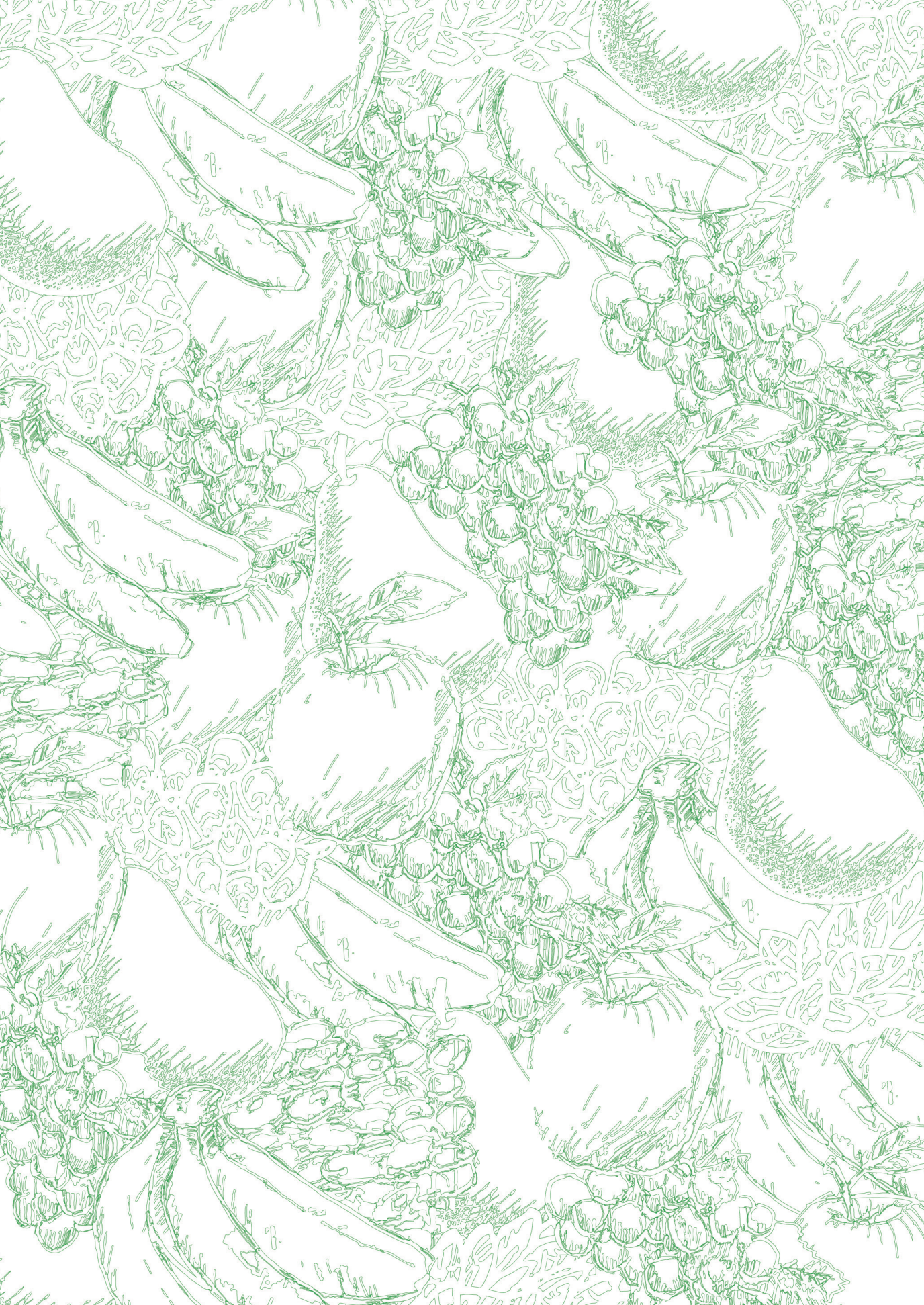
Aos autores e organizações, declaro:

"É muito difícil ter ideias. É muito difícil se expor assim, é muito difícil ser vulnerável, mas a pessoas que fazem isso são os sonhadores, os pensadores, os criadores. Eles são as pessoas mágicas do mundo!" (Amy Poehler)

E por versar sobre a educação, constitui-se esta, em uma obra sem fim, numa gestação que pare a transformação de dentro pra fora e que provavelmente se inicia no sonhar de um espírito que reconhece a ciência, como um instrumento a ser afinado com notas de esperança.

Celles Regina de Matos

Presidente da Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina - Cidasc



Prefácio

O Brasil, tem em um dos seus pilares econômicos, o agronegócio. O setor foi responsável por 21,4% do Produto Interno Bruto - PIB brasileiro (CNA; CEPEA, 2020)[1]. Em Santa Catarina o agronegócio movimentou cerca de 61 bilhões de reais em 2016, representando 29% do PIB estadual, gerando mais de 700 mil empregos diretos.

Além de sua importância econômica e sua importância social na geração de emprego e renda, a agricultura está relacionada ao contexto social de promoção da saúde. A promoção da saúde é o nome dado ao processo de capacitação da comunidade para atuar na melhoria de sua qualidade de vida, incluindo uma maior participação no controle deste processo (Carta de Ottawa, 1986). Para atingir um estado de completo bem-estar físico, mental e social, os indivíduos e grupos devem saber identificar aspirações, satisfazer necessidades e modificar favoravelmente o meio ambiente.

Desta forma, a promoção da saúde não é responsabilidade exclusiva do setor saúde, e vai para além de um estilo de vida saudável, na direção de um bem-estar global, corroborando o sentido de saúde única disseminada e apregoada pela Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura, Organização Mundial da Saúde Animal e Organização Mundial da Saúde (FAO-OIE-WHO, 2017). A Saúde Única (*One Health*) envolve a interrelação indissociável entre saúde humana, ambiental, animal e sanidade vegetal.

Diante da importância social e econômica da agricultura, os cuidados relacionados à sanidade vegetal devem ser tidos sempre como prioridade. Este tema tem se tornado cada vez mais relevante globalmente. A Organização das Nações Unidas - ONU (2015) cita dentre os objetivos da Agenda 2030, a promoção da segurança alimentar, a melhoria da nutrição e a promoção da agricultura sustentável, e em dezembro de 2018, a Assembleia Geral das Nações Unidas proclamou o Ano Internacional da Sanidade Vegetal 2020 - AISV. Um ano para a promoção da conscientização internacional sobre como a proteção da sanidade vegetal pode ajudar a eliminar a fome, reduzir a pobreza, proteger o meio ambiente e estimular o desenvolvimento econômico.

Como forma de colaborar na conscientização, proposta pela ONU, sobre a importância da proteção da sanidade vegetal para a sociedade, editamos este livro

[1] Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA); Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea). Produto Interno Bruto (PIB) do agronegócio brasileiro. Disponível em:https://www.cnabrasil.org.br/assets/arquivos/boletins/sut.pib_dez_2020.5mar2020vf.pdfAcesso em: 06 de outubro de 2020.

pautados nas mensagens chave do AISV e trazendo as discussões para o âmbito catarinense.

Na seção 1 apresentamos uma reflexão sobre o tema biosseguridade agrícola, uma análise, sob a perspectiva sistêmica, da sanidade vegetal brasileira, bem como uma análise da sanidade vegetal sob a ótica da geopolítica e globalização. Apresentamos também a importância das parcerias público-privadas na adoção e sucesso de medidas fitossanitárias, e o caso de sucesso brasileiro na implementação de medidas fitossanitárias que levaram a erradicação da traça da maçã (*Cydia pomonella*).

Na seção 2 são abordadas iniciativas para a promoção da segurança alimentar com vistas ao seu aspecto saudabilidade. Debatemos sobre a promoção da segurança alimentar, considerando que produzir alimentos para bilhões de pessoas preservando o meio ambiente e fornecendo alimento seguro à população é um dos atuais desafios globais.

Na seção 3 apresentamos iniciativas e estratégias de educação para sanidade vegetal, com o intuito de promover este importante e estratégico instrumento para a proteção da sanidade vegetal. Apresentamos nesta seção reflexões sobre como a imagem percebida pelo público, interfere no alcance dos objetivos das organizações de defesa vegetal. Apresentamos também hábitos eficazes para o sucesso da proteção fitossanitária. E apresentamos iniciativas de educação visando a proteção da sanidade vegetal e a promoção da saúde, com a produção de alimentos em modelos agrícolas sustentáveis e seguros à população.

Na seção 4, apresentamos algumas iniciativas de pesquisa voltadas para a proteção da sanidade vegetal e da biodiversidade. Sabemos que muitos outros relatos e projetos de pesquisa estão publicados em outras mídias, ou ainda em desenvolvimento. O objetivo deste capítulo não é esgotar o tema, mas sim incentivar mais pesquisadores e suas organizações para o desenvolvimento de ferramentas e estratégias de proteção da sanidade vegetal, bem como estimular os leitores a buscarem o tema em outras publicações.

Esta obra tem o objetivo de provocar curiosidade nos leitores, despertando para o debate acerca da sanidade vegetal, sua relação com a produção de alimentos, a biodiversidade, o meio ambiente e a saúde de todos nós.

Boa leitura!

Os Organizadores.

SEÇÃO 1 – Medidas fitossanitárias, Sistema unificado de sanidade vegetal e Organizações nacionais de proteção fitossanitária

Uma das mensagens da FAO no Ano Internacional da Sanidade Vegetal 2020 é que devemos fazer o comércio de plantas e produtos vegetais de forma segura, entretanto sem criar barreiras desnecessárias. Muitos países dependem do comércio de produtos vegetais para sustentar suas economias, e como consequência, o trânsito comercial de vegetais pode disseminar as pragas das plantas e prejudicar seriamente as plantas nativas e a biodiversidade.

São princípios operacionais da Convenção Internacional para Proteção dos Vegetais – CIPV, a análise de risco de pragas, a publicação de listas de pragas, o reconhecimento de áreas livres de pragas e áreas de baixa prevalência de pragas, o controle oficial para pragas regulamentadas, os sistemas de mitigação de risco, a vigilância, a notificação de pragas, a certificação fitossanitária, a integridade e a segurança fitossanitária dos envios, a ação imediata, as medidas de emergência, a solução de controvérsias, evitar demoras indevidas, a notificação de não conformidades, o intercâmbio de informações e a assistência técnica.

Ao observarmos os vários princípios operacionais para a proteção dos vegetais podemos perceber que é fundamental para o sucesso das medidas fitossanitárias a existência de organizações nacionais e estaduais de proteção fitossanitária. É fundamental ainda que os países invistam nessas organizações de proteção fitossanitária, bem como em pesquisa e desenvolvimento fitossanitário.

A FAO traz como mensagem para o AISV 2020 que governos, formuladores de políticas e legisladores, precisam priorizar políticas e legislações relacionadas à prevenção, monitoramento e notificação de surtos de pragas, bem como a promoção de medidas de gestão ambiental de pragas. Governos também devem capacitar as organizações nacionais e regionais de proteção de plantas e instituições similares, fornecendo-lhes recursos humanos e financeiros adequados. A FAO também destaca que os setores público e privado devem investir mais em iniciativas de sanidade vegetal, pesquisa e tecnologias inovadoras.

Nesta seção apresentamos uma reflexão sobre o tema biosseguridade agrícola, uma análise, sob a perspectiva sistêmica, da sanidade vegetal brasileira, bem como uma análise da sanidade vegetal sob a ótica da geopolítica e globalização. Apresentamos também a importância das parcerias público-privadas na adoção e sucesso de medidas fitossanitárias, e o caso de sucesso brasileiro na implementação de medidas fitossanitárias que levaram a erradicação da traça da maçã (*Cydia pomonella*).

Biosseguridade agrícola, um desafio emergente: Conceitos, fundamentos e perspectivas

Autora

Fabiane dos Santos

Resumo: A biosseguridade pode ser definida como o gerenciamento de riscos associados às espécies exóticas invasoras (EEI), denominadas pela Convenção Internacional para Proteção dos Vegetais como pragas quarentenárias, ou ausentes não regulamentadas. Consoante ao aumento do comércio internacional, deslocamento de pessoas por todo o mundo, degradação de ecossistemas, perdas de biodiversidade e mudanças climáticas, as introduções de espécies nocivas fora do ambiente natural têm se intensificado, e consequentemente a biosseguridade tem se tornado cada vez mais importante para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas. Dessa forma, setores públicos e privados com a participação da sociedade, precisam apoiar métodos que desenvolvam tecnologias para melhorar a gestão e a predição dos riscos de espécies exóticas, além de seguirem algumas regras de biosseguridade já estabelecidas e de fácil adoção. Concomitantemente, deve ser fortalecida a resiliência dos agroecossistemas a fim de evitar surtos e epidemias decorrentes de pragas e doenças.

Introdução

O termo biosseguridade ainda pouco usual no cotidiano da população e dos profissionais que adotam práticas seculares para proteção sanitária, fitossanitária e zoossanitária, tem assumido dimensões cada vez maiores, intrínsecas a globalização e ao histórico de ataques terroristas desencadeados nos Estados Unidos, a partir do 11 de setembro de 2001. No ano de 2020, a biosseguridade pode ser efetivamente elucidada, pelas medidas aplicadas por bilhões de pessoas em todo o mundo a partir da pandemia de COVID-19.

A biosseguridade, também denominado de segurança biológica, comumente é confundido com biossegurança, em decorrência da falta de diferenciação da língua portuguesa para os vocábulos *"security"* e *"safety"* que originam os termos *"biossecurity"* e *"biosafety"* do inglês (NAVIA; FERRAGUT, 2013 ; QUINLAN, et al., 2016).

A biossegurança se refere às medidas e métodos de prevenção a exposição acidental de trabalhadores em unidades laboratoriais a patógenos ou toxinas, dessa forma, converge aos indivíduos, tendo como procedimento básico o uso de Equipamento Individual de Proteção (EPI) (FAO, 2003). Além disso, a biossegurança, refere-se também à introdução, liberação e uso de organismos geneticamente modificados (OGM), de acordo com a Convenção de Diversidade Biológica (CDB) no âmbito do Protocolo de Cartagena sobre o tema, do qual o Brasil é signatário, tendo, portanto, estabelecido normas de segurança e mecanismos de fiscalização de todas as etapas de aquisição, uso e descarte de OGM e seus derivados pela Lei Federal nº11.105, de 24 de março de 2005.

A biosseguridade aflui no organismo, abrangendo as estratégias de proteção dos países contra invasões biológicas, atribuídas às espécies exóticas invasoras (EEI), definidas como aquelas de qualquer espécie, subespécie ou táxon, introduzidas a qualquer tempo, em local fora da sua distribuição natural, seja de forma intencional ou acidental, que ameaçam a agricultura, segurança alimentar e o meio ambiente (CDB, 1992). Dessa forma tem como objetivo minimizar riscos e antever os problemas potenciais, sendo uma abordagem estratégica para a defesa sanitária animal e vegetal, considerando que EEI, são comumente os organismos mais prejudiciais para a agricultura, o meio ambiente, a saúde animal e humana, principalmente no que se refere a propagação de zoonoses (BINGHAM et al., 2008).

É notório que a importância da biosseguridade para a saúde tanto animal quanto vegetal, tem se intensificado, frente às crescentes taxas de invasões biológicas, favorecidas pelas mudanças climáticas, perda da biodiversidade e

fragmentação de ecossistemas, que influenciam no potencial de dispersão e estabelecimento das EEI (BEBBER et al., 2014). Nesse contexto, a biosseguridade pode ser definida como o gerenciamento, por meio de políticas e regulamentos, de riscos biológicos e ambientais, inerentes aos modelos de exploração de recursos naturais, da agricultura e pecuária, além dos fatores que favorecem o transporte de EEI, por meio do acréscimo do deslocamento de mercadorias e pessoas por todo o mundo, e também sobre o uso intencional de organismos nocivos, como armas de destruição na óptica do bioterrorismo.

O gerenciamento de riscos entre os sistemas de biosseguridade vegetal e animal são semelhantes quanto às ações de vigilância, medidas de exclusão, erradicação, contenção e epidemiologia. Todavia, entre esses dois sistemas, há divergência quanto à disponibilidade de recursos e políticas agrícolas, resultando em uma atenção menor do setor público e privado para a saúde de plantas. Tal diferença é decorrente de aspectos históricos e econômicos. Historicamente, os primeiros regulamentos e protocolos para a saúde animal foram desenvolvidos entre os séculos XV e XVIII, em ocasião das zoonoses que acometiam a vida humana. Por outro lado, o desenvolvimento científico em epidemiologia de plantas e ecologia de insetos que são a base para elementos de biosseguridade vegetal, foi iniciado apenas no século XX. Além disso, o valor econômico do comércio e a percepção de movimentação em estágio infeccioso de produtos animais é superior aos da produção vegetal (WAAGE; MUMFORD, 2008).

Apesar do protagonismo dado a sanidade vegetal ser ainda incipiente, o mérito da saúde vegetal foi reforçado quando a Assembleia das Nações Unidas declarou 2020 como o Ano Internacional da Saúde Vegetal, com o objetivo de aumentar a conscientização global sobre o tema, enfatizando a sua importância para reduzir a fome, proteger o meio ambiente e estimular o desenvolvimento econômico, ratificando as medidas de biosseguridade que devem ser praticadas para a proteção de plantas (FAO, 2020). Paradoxalmente, 2020 foi ofuscado pela COVID-19, que em contrapartida pode ter contribuído para que a sociedade compreendesse a relevância e a complexidade nas diferentes áreas que fazem uso dos princípios da biosseguridade, e os fatores que levam ao surgimento de pandemias.

Considerando o exposto podemos concluir que a biossegurança e biosseguridade são elementos complementares, os OGM (por exemplo), podem configurar tanto ameaça a biossegurança, quanto apresentar potencial risco fitossanitário, enquadrando-se também como um problema de biosseguridade, conforme NIMF 11 (FAO, 2004). Sumariamente, ambas têm como propósito a segurança da vida, mediante tentativas de impedir, monitorar, regular ou

interromper o movimento, a disseminação de diferentes agentes nocivos, podendo configurar em procedimentos simples como o ato de limpar ferramentas ou tão complexos como a organização da vigilância epidemiológica de um país.

O presente capítulo aborda o cenário da biosseguridade, frente às crescentes invasões biológicas em todo mundo, elucidando o problema com introduções de pragas agrícolas que causaram grandes impactos ou que são riscos iminentes para o Brasil. Aborda também as regras gerais e os desafios da biosseguridade para a sanidade vegetal.

Invasões biológicas e os impactos para a agricultura brasileira

Os processos de invasões biológicas determinam a complexidade das ações de biosseguridade, pois é preciso conhecer os fatores determinantes ao favorecimento das etapas de transporte, introdução, estabelecimento e interação da espécie invasora com os hospedeiros da nova região, para definir as estratégias de prevenção que serão adotadas para cada organismo que indique risco iminente a uma região em perigo.

Nesse sentido, a biosseguridade, compreende o elemento mais importantes da defesa sanitária vegetal, inicialmente com um processo baseado em evidências científicas de avaliação biológica, econômica e ambiental, denominado Análise de Risco de Pragas (ARP), e que segue permeando os sistemas de vigilância, inspeção, quarentena e de implementação de respostas rápidas quando diagnosticado a incursão de uma espécie exótica invasora (EEI) com potencial de dano econômico para a agricultura, que constituem na sua maioria as pragas quarentenárias, segundo a definição da Convenção Internacional de Proteção Vegetal (CIPV) (FAO, 2009). Dessa forma chega até as medidas de erradicação, quando essas ainda forem viáveis, de acordo com a biologia da espécie que influencia na capacidade de ser erradicada e os custos da efetivação da medida fitossanitária, limitada a um curto período de tempo, pois a propagação de uma EEI tende a ser exponencial.

Na agricultura, categoricamente a globalização tem sido um fator chave para a entrada em novas regiões geográficas de pragas quarentenárias e ausentes não regulamentadas. Apenas no Brasil, o sistema de quarentena vegetal, interceptou 75 espécies de pragas em materiais importados entre 1977 a 2013 (LOPES et al., 2016). Essas interceptações em sistemas de laboratórios de quarentena e vigilância em aeroportos, fronteiras e barreiras fitossanitárias são fundamentais para evitar a introdução de pragas de espécies exóticas, contudo essas interceptações são possíveis

apenas em materiais que são objetos de inspeção e entram no país legalmente, dessa forma um elevado número de propágulos, chegam no país por materiais importados que não estão definidos em requisitos fitossanitários para importação, ou de "carona" por meios não convencionais, principalmente associados às atividades humanas de turismo e prestação de serviços.

Dessa forma as espécies podem ser introduzidas de maneira intencional ou não intencional. A intencional, ocorre quando são introduzidas espécies, dentre outros fins, para exploração econômica ou para o controle biológico, sobressaindo em efeitos negativos sobre eventuais benefícios. A introdução não intencional, ou acidental, ocorre, quando essas são carregadas de um local ao outro pela movimentação de pessoas e mercadorias, agravadas por práticas ilícitas que contornam o sistema de prevenção, como o contrabando e envio de plantas por serviços postais (MEYERSON; REASER, 2002; CIDASC, 2020).

Contudo, nem todas as espécies introduzidas conseguem se estabelecer, pois, mesmo que haja sucesso na introdução de uma espécie em uma nova área, torna-se necessário que ela tenha quantidade e qualidade fisiológica de propágulo suficiente para estabelecer uma nova população, ou seja, é necessário que os indivíduos fundadores tenham capacidade competitiva para não serem extintos. Basicamente o estabelecimento é influenciado por fatores bióticos, abióticos e evolutivos, o primeiro pelas interações ecológicas que a espécie vai gerar na nova região, o segundo relacionado ao ambiente, principalmente quanto às condições climáticas que favoreçam a sua reprodução e expansão. O terceiro refere-se à capacidade adaptativa inerente à espécie (LOCKWOOD et al., 2007; NAVIA, 2015).

Portanto, as ações humanas que modificam o ambiente, têm correlação com a capacidade de estabelecimento de uma EEI em uma nova região. É perceptível que em sistemas agrícolas caracterizados por grandes extensões de áreas plantadas com a mesma espécie vegetal e frequentemente com as mesmas variedades, haja uma simplificação da paisagem em detrimento de perda da biodiversidade, que gera consequentemente a ausência de inimigos naturais e interações ecológicas que poderiam inibir a proliferação de uma espécie que apresenta condições propícias para se tornar praga, com atributos adaptativos favoráveis ao seu estabelecimento e disseminação, dentre as quais se destacam: a alta taxa de crescimento populacional, elevada capacidade reprodutiva, hábito polífago, plasticidade fenotípica, variabilidade genética e dispersão a longas distâncias . Além disso, o simples fato de haver a homogeneização de plantios com genética uniforme, provocará elevadas perdas se esses hospedeiros forem suscetíveis (WAAGE; MUMFORD, 2008)

Da mesma forma, os sistemas agrícolas atuais, somados ao processo de urbanização

e industrialização, também são apontados como causas da mudança climática, que pode interferir na capacidade adaptativa e na disponibilidade de plantas hospedeiras de pragas e patógenos, bem como na extensão de alcance de vetores (BEBBER et al., 2014). Assim, conclui-se que a expansão de pragas agrícolas é um processo antropogênico, chave para o sucesso de espécies com propensão para o status de praga.

As externalidades das invasões biológicas podem ser abrandadas por avanços tecnológicos e por um conjunto de medidas legislativas e regulatórias governamentais definido como defesa sanitária vegetal (MACLEOD et al., 2010; LOPES-DA-SILVA et al., 2015). A defesa sanitária vegetal inicia a rigor, quando as medidas de biosseguridade falham. Nessa fase as medidas adotadas têm como objetivo a supressão de pragas, tanto para aquelas até então exóticas, quanto para as nativas ou naturalizadas, a fim de minimizar os impactos ecológicos e socioeconômicos, atribuídos ao manejo inadequado ou a ausência de tecnologias para o controle. Estima-se que somente as espécies exóticas invasoras tem causado mais de US$ 314 bilhões de perdas por ano, nos EUA, Austrália, África do Sul, Brasil, Reino Unido e Índia (PIMENTEL et al., 2000). Os custos de supressão de pragas e de perdas de produção, no entanto, podem ser muito mais elevados, pois frequentemente não são realizadas análises bioeconômicas para medir os impactos advindos dessas invasões biológicas.

No Brasil, os prejuízos têm sido exemplificados por surtos de pragas e epidemias provenientes de agentes infecciosos presentes em diferentes cultivos. Algumas dessas provocaram situação de emergência em muitas cadeias produtivas, inclusive com caráter pandêmico, sendo responsáveis por prejuízos em todo o mundo. Os principais eventos de emergência fitossanitário no Brasil, descritos em breves relatos, correspondem as seguintes EEI:

- **Broca do café** (*Hypothenemus hampei* Ferrari: (Coleoptera: Scolytidae): A broca do café foi de detectada em 1913 no Brasil, sendo considerada a pior praga da cafeicultura mundial. Pode-se considerar a primeira grande emergência fitossanitária para a agricultura brasileira, resultando no primeiro plano de contingência elaborado no Brasil, e que resultou na fundação do primeiro centro de referência em defesa sanitária vegetal, o Instituto Biológico, no estado de São Paulo (SILVA, 2006).

- **Bicudo do algodoeiro** (*Anthonomus grandis* Boh: (Coleoptera: Curculionidae): O primeiro registro no Brasil ocorreu em 1983, próximo ao aeroporto de Viracopos, o que pode significar que sua introdução

tenha sido vinculada a mercadorias transportadas por aviões. O bicudo do algodoeiro atualmente representa um custo anual para o Brasil de US$ 360 milhões para o controle (MIRANDA; RODRIGUES, 2004).

- **Ferrugem asiática** (*Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd): Na safra 2001/2002 foi detectada pela primeira vez no Paraguai e Brasil, causando prejuízo estimado na época de 2 bilhões de dólares para os produtores brasileiros (GOELLNER et al., 2010). Estima-se que as perdas em grãos até o momento, no Brasil, chegam a 3,8 bilhões de dólares, sem contar aquelas de ocorrências localizadas, assim como o custo de controle que se aproxima de 36 bilhões de dólares, entre as safras 2001/2002 e 2018/2019 (EMBRAPA, 2020).

- ***Helicoverpa armigera*** (Hubner): O primeiro registro oficial no Brasil foi no ano de 2013 (CZEPAK et al., 2013), com um diagnóstico tardio, causando prejuízos na ordem de 1,5 bilhões de reais na safra 2013/2014. Estudos genético corroboram que a introdução de *H. armigera* foi decorrente de múltiplas introduções, mediante materiais vegetais de origem asiáticas, africanas e europeias (ARNEMANN *et al*., 2019). Atualmente a praga tem permanecido sob controle, sem ter causado grandes prejuízos após a safra 2014/2015.

- **HLB (Greening)** (*Candidatus* Liberibacter asiaticus): Detectada no Brasil em 2004, atinge atualmente 18,15% das laranjeiras dos estados de São Paulo e Minas Gerais, estando presente também no Paraná, totalizando prejuízos anuais em mais de 50 milhões de reais, sem contabilizar as perdas de mercado para exportação (FUNDECITRUS, 2020).

- **Cancro cítrico** (*Xanthomonas axonopodis* pv *citri*): Os primeiros relatos ocorreram em 1957 no estado de São Paulo, com rápida disseminação para outras regiões por mudas contaminadas (Fundecitrus, 2020). Programas de erradicação, principalmente em São Paulo foram a principal ação para conter a doença, atualmente, na maioria dos estados é adotado o Sistema de Mitigação de Risco que utiliza medidas complementares de manejo para conter a doença. É considerada praga quarentenária presente para o Brasil, ocorrendo no Ceará, Maranhão, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul,

Mato Grosso, Piauí, Paraná, Roraima, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo (BRASIL, 2018).

- **Cancro bacteriano da videira** (*Xanthomonas campestris* pv. viticola): Até 1997 havia apenas relato na Índia com ocorrência a partir do ano de 1969 e primeira publicação científica sobre o tema em 1972, com descrição de novo surto em 1990 (NAYUDU, 1972; CHAND; KISHUM, 1990). Em 1998 o cancro bacteriano da videira foi detectado pela primeira vez no Brasil, inicialmente em parreiras localizadas no Submédio São Francisco, em plantios novos (2 – 3 anos) da variedade Red Globe entre outras sem sementes, com incidência de até 100%, inviabilizando dessa forma o cultivo de variedades altamente suscetíveis, além de trazer mudanças ao manejo agrícola adotado (LIMA, 1999). Atualmente é uma praga quarentenária para o Brasil, presente na Bahia, Ceará, Pernambuco e Roraima (BRASIL, 2018).

- **Cancro Europeu das pomáceas** (*Neonectria ditissima*): O cancro europeu das pomáceas está presente em 49 países (CABI, 2020). No Brasil a doença foi detectada no ano de 2002 em pomares e viveiros de maçã no Rio Grande do Sul, quando o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA coordenou a erradicação e destruição de milhares de plantas. Entretanto, em 2011 foi identificada novamente em pomares comerciais de maçã, com disseminação bastante elevada em unidades de produção de Vacaria no Rio Grande do Sul (NUNES; ALVES, 2018). Em Santa Catarina, após levantamento de detecção efetuado pela Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina (Cidasc) constatou-se a presença do fungo em território catarinense. Os custos de produção para o setor por causa da doença são bastante elevados, pelo aumento da mão de obra e de custo com fungicidas, além das perdas por diminuição da produtividade e danos diretos em frutos (LAZZAROTTO; ALVES, 2015). É considerada praga quarentenária para o Brasil, presente no Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

Além dessas, podem-se destacar no Brasil a introdução das seguintes pragas: *Ceratitis capitata, Citrus tristeza virus - CTV, Hemileia vastatrix, Ralstonia solanacearum,* raça 2*, Puccinia melanocephala, Sirex noctilio, Cydia pomonella, Bactrocera carambolae, Pseudocercospora fijiensis.*

Observa-se que grande parte das emergências fitossanitárias do país são decorrentes de espécies fúngicas. Segundo Bebber et al. (2014), fungos são os patógenos mais amplamente dispersos, liderando as invasões biológicas globais, com maior especificidade entre os agentes patogênicos e as plantas hospedeiras. Dessa forma, são os principais responsáveis por pandemias agrícolas ocorrendo em diferentes cultivos de importância econômica no mundo, alguns, a propósito, são ameaças iminentes a sustentabilidade de cadeias produtivas e a subsistência de milhares de famílias no Brasil, como é o caso do *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*, raça 4 Tropical. Porém, bactérias e vírus correspondem a algumas das doenças com maiores impactos, principalmente a fruticultura. Pode-se destacar como riscos iminentes e de extrema importância para a fruticultura:

- **Foc R4T** (*Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*, raça 4 Tropical): O fungo *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*, tem sido responsável por severas perdas na bananicultura mundial, inicialmente com a raça 1 que inviabilizou plantios comerciais da variedade Gros Michel, substituída na quase totalidade por clones resistentes do subgrupo Cavendish. Porém, em 1989 uma nova variante desse fungo, mais agressiva que a raça 1, e que afeta o subgrupo Cavendish foi registrada em Taiwan, apesar de se acreditar que estava presente desde o final da década de 1960 naquele país. Ainda na década de 1990 foi reportada na Indonésia e Malásia. Desde então tem se espalhado por todas as regiões produtores de banana do mundo, destruindo aproximadamente mais de 100 mil hectares de bananeiras, estando presente atualmente em 19 países, distribuídos entre a Ásia, África, Oceania e mais recentemente na América do Sul com a detecção em uma área restrita da Colômbia (CABI, 2020).

- **Fogo Bacteriano** (*Erwinia amylovora*): É uma doença que causa severos prejuízos aos cultivos comerciais de pera e maçã em mais de 50 países desde o primeiro relato no ano de 1870 na América do Norte (ZHAO et al., 2019; CABI, 2020). Apenas nos EUA os custos para o controle ultrapassam 100 milhões de dólares (NORELLI et al., 2003). Para o Brasil é uma praga quarentenária ausente, tendo como via de introdução frutos contaminados oriundos de países com a presença da doença.

- **Sharka** (*Plum pox vírus* (PPV) Potyviridae: Potyvirus): É uma doença que

ameaça a produção de fruteiras de caroço, tais como: pêssego, ameixa, cereja, damasco e nectarina, presente atualmente em 58 países (CABI, 2020). Para o Brasil é considerada praga quarentenária ausente prioritária (LARANJEIRA *et al*., 2018). Os custos para manejo, desconsiderando as perdas indiretas pode chegar a 10 milhões de euros (CAMBRA *et al*., 2006).

Principais medidas e desafios da biosseguridade

Um plano de biosseguridade abrange todas as atividades destinadas a prevenir a introdução ou a disseminação de EEI, envolvendo práticas simples como medidas de higiene para evitar a introdução ou disseminação por meio de fômites, ou sofisticados sistemas de predição e modelagem de distribuição de pragas. Dessa forma, as medidas fitossanitárias são postas em prática no setor privado, mas precisam estar alinhadas àquelas realizadas por órgãos governamentais, que são os principais responsáveis pela execução de medidas de exclusão, contenção e erradicação de pragas no que se refere a CIPV.

A natureza pública das ações de biosseguridade se deve a dimensão que invasões biológicas podem ter sobre todos os cidadãos de um país, pois não se trata apenas de perdas de produção e restrição comercial de uma cadeia produtiva, mas a perda de empregos diretos e indiretos, causando problemas sociais nos locais atingidos, principalmente em populações economicamente mais vulneráveis. Além disso, está associada muitas vezes a problemas ambientais e de saúde pública, seja pelo maior uso de agrotóxicos que pode afetar a saúde de produtores e consumidores, ou pelo desequilíbrio da biota que acarreta a extinção de espécies que são utilizadas na subsistência de povos tradicionais.

Em síntese, as externalidades das invasões biológicas atingem tanto os grandes quanto pequenos produtores, pessoas ricas e pobres, não reconhecendo as fronteiras entre países desenvolvidos e do terceiro mundo. Dessa forma, as medidas de biosseguridade que na íntegra possuem caráter preventivo, devem ser coordenadas pelo governo, que apresenta obrigações quanto a tratados internacionais, capilaridade em todos os setores, além de poder fomentar a participação mesmo daqueles que não dispõem de recursos para adoção das medidas, principalmente em cadeias produtivas que interferem na segurança alimentar e podem causar elevado impacto econômico. É preciso destacar, no entanto, que a coordenação governamental não impede a participação do setor privado, que tem interesse direto na manutenção de mercados, além de se tornar cada vez mais importante frente a

necessidade de informações dinâmicas relacionadas a condição fitossanitária dos extensos módulos de produção distribuídos pelo território.

Mesmo havendo parcerias entre instituições públicas e privadas é de conhecimento que nem todos os atingidos poderão arcar com os efeitos colaterais de uma invasão biológica, mas todos serão beneficiados por medidas de prevenção que impeçam o estabelecimento e dispersão de espécies invasoras. Assim como, os custos das operações que envolvem a execução de medidas fitossanitárias para impedir o estabelecimento de uma praga exótica em consequência de inconformidades de biosseguridade geralmente não são repassados aos responsáveis pela infração, pois de maneira geral é difícil identificar a rota de introdução e reconhecer o seu nexo causal, que se torna tarefa ainda mais complexa conforme avança a liberalização do comércio internacional (WAAGE; MUMFORD, 2008).

Embora haja sincronização entre governo e cadeias produtivas, as ações de biosseguridade preconizadas por instituições públicas e privadas não se tornam exequíveis sem que as pessoas envolvidas entendam os riscos associados às suas atividades e as formas de minimizá-los. Essa etapa parece ser facilmente cumprida por meio de políticas de educação sanitária. Porém, a dificuldade se apresenta quando é necessário que as mesmas sejam adotadas, diante de mudanças de comportamentos e hábitos que muitas vezes denotam inicialmente a necessidade de uma maior organização e uma maior força de trabalho para serem executadas (SHANNON et al., 2019). Essas mudanças, no entanto, na maioria das vezes correspondem a escolhas pré início de cultivo e práticas de manejo que direcionam para tecnologias de gestão e que ao longo do tempo diminuem a mão de obra e tornam a produção mais lucrativa para o produtor. Nessa perspectiva, as principais regras que são elencadas pela FAO no âmbito da CIPV, na campanha global de saúde vegetal no ano de 2020, e que são os pilares de qualquer plano de biosseguridade, são as seguintes:

População em geral

- Cuidado ao adquirir plantas e produtos vegetais em viagens, que podem disseminar pragas e doenças agrícolas. Cientifique as autoridades sobre o que está trazendo.
- Não solicitar plantas e produtos vegetais por site e-commerce de produtos importados ou de outras regiões do país, assim como não utilize os meios de serviços postais para o transporte desses produtos.

- Pequenos pacotes em envios postais podem facilmente contornar as inspeções fitossanitários dos órgãos de defesa sanitária vegetal e serem um risco a agricultura e biodiversidade do local de destino.

Agricultores

- Uso somente de materiais propagativos certificados e livres de pragas.
- Monitoramento constante e relato de ocorrência de pragas aos órgãos oficiais competentes.
- Adoção de práticas de manejo com menor impacto sobre organismos benéficos, insetos e polinizadores.
- Uso de tecnologias de informação que otimizem a prevenção e gerenciamento de pragas e doenças, a fim de evitar epidemias e surtos.

Empresas do setor privado

- Atendimento da legislação vigente.
- Alerta aos clientes sobre a problemática de transportar plantas e produtos vegetais que podem ser potenciais veiculadores de pragas agrícolas.
- Investir em sistemas de alerta, e adotar políticas públicas sustentáveis do ponto de vista de saúde de plantas.

Governo

- Para os governos a FAO alerta quanto a importância de serem feitas campanhas de conscientização pública sobre a importância da sanidade vegetal.
- Investir em órgãos de proteção fitossanitária, pesquisas relacionadas ao tema.
- Fornecer incentivos para que agricultores e iniciativa privada adotem medidas de biosseguridade.

Nenhuma dessas medidas impedirá o problema se ao menos um desses atores

violar as regras. Tão pouco, as invasões biológicas deixarão de ocorrer se não forem observados os elementos de biosseguridade em acordos comerciais internacionais, ou até mesmo permitir concessões que coloquem em risco uma cadeia produtiva em favorecimento de outra mais vantajosa economicamente.

A biosseguridade precisa esta alicerçada em métodos de prevenção, vigilância com enfoque sistêmico, rede de comunicação vinculada a uma estrutura de diagnóstico. Para isso precisa ter caráter multidisciplinar e sistemas participativos para que não seja apenas uma abordagem teórica sem efeitos práticos. A biosseguridade é efetivada apenas quando todos os elos têm consciência do seu papel. Dessa maneira, há muito que investir em processos educativos da sociedade como um todo, em pesquisas científicas que resultem em mecanismos que facilitem a adoção e controle de medidas que minimizem os riscos inerentes à globalização, mudanças climáticas e modelos agrícolas. Da mesma forma é preciso investir em tecnologias que permitam a fiscalização e inspeção de produtos vegetais, de forma inteligente e ágil, considerando todas as rotas de entrada de pragas e modelos de previsão epidemiológica.

Além disso, mesmo que haja um robusto plano de biosseguridade, este não será infalível diante do modelo de comercialização global. Por conseguinte, se não houverem investimentos em tecnologias e práticas de manejo, tais como: desenvolvimento de cultivares resistentes, cultivos diversificados, práticas de plantio que auxiliem no menor uso de insumos e na presença de inimigos naturais, favorecendo a capacidade adaptativa dos cultivos de interesse econômico, tornando assim os agroecossistemas mais resilientes para evitar surtos e epidemias decorrentes de invasões biológicas, os investimentos em biosseguridade serão inúteis.

Referências

ARNEMANN, J. A. *et al*. Multiple incursion pathways for *Helicoverpa armigera* in Brazil show its genetic diversity spreading in a connected world. **Scientific Reports**, v. 9, n. 1, p. 1–12, 2019.

BEBBER, D. P.; HOLMES, T.; GURR, S. J. The global spread of crop pests and pathogens. p. 1398–1407, 2014.

BINGHAM, N.; ENTICOTT, G.; HINCHLIFFE, S. Biosecurity: spaces, practices, and boundaries. **Environment and Planning A 2008**, v. 40, p. 1528–1533, 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, 2018. Instrução Normativa nº 38, de 1 de outubro de 2018. Lista de pragas quarentenárias presentes para o Brasil. D.O.U nº 190, Seção 1, pg. 14, 2/10/2018.

CAMBRA, M. *et al*. Plum pox virus and the estimated costs associated with sharka disease. **EPPO Bulletin**, v. 36, n. 2, p. 202–204, 2006.

CDB. Convention on Biological Diversity. Disponível em: < https://www.cbd.int/>. Acesso em: 08 out. 2020.

CHAND, R.; KISHUM, R. Outbreak of grapevine bacterial canker disease in India. Vitis, v. 29, p. 183- 188, 1990.

CIDASC. Alerta: um brinde perigoso: Disponível em: < http://www.cidasc.sc.gov.br/blog/2020/09/14/alerta-um-brinde-perigoso/>. Acesso em: 08 out. 2020.

CZEPAK, C. K. C.; ALBERNAZ, L. M.; VIVAN, H. O. Primeiro registro de ocorrência de *Helicoverpa armigera* (Hübner)(Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical (Agricultural Research in the Tropics)**, v. 2013, p. 110–113, 2013.

FAO. Biosecurity in Food and Agriculture. Disponível em:< http://www.fao.org/3/Y8453E/Y8453E.htm>. Acesso em: 07 out. 2020.

FAO. Internacional Year of Plant Health. Disponível em: < http://www.fao.org/plant-health-2020/take-action/en/>. Acesso em: 07 out. 2020.

FAO. Glossário de termos fitossanitários, 2009. NIMF Nº 5, FAO Roma. [publicado em 2009].

FAO. Análise de risco de pragas para pragas quarentenárias, incluindo análise de riscos ambientais e de organismos vivos modificados, 2004. NIMF Nº 11, FAO Roma. [publicado em 2004].

FUNDECITRUS. Greening huanglongbing. Disponível em:<https://www.fundecitrus.com.br/doencas/greening>. Acesso em: 08 out. 2020.

FUNDECITRUS. Cancro cítrico. Disponível em: <https://www.fundecitrus.com.br/doencas/cancro>. Acesso em: 08 out. 2020.

LARANJEIRA, F. *et al*. Priorização de pragas quarentenárias ausentes: metodologia e lista das 20 pragas mais importantes. n. February 2020, 2018.

LAZZAROTTO, J. J.; SILVIO ANDRÉ MEIRELLES ALVES. **Comunicado 169 Técnico -Prejuízos Econômicos e Financeiros Associados ao Cancro Europeu em Sistemas de Produção de Maçã de Vacaria, RS.** [s.l: s.n.].

LIMA, M. F. Bacterial Canker of grapevine in Brazil. v. 24, n. 100 mm, p. 1–4, 1999.

LOCKWOOD, J. L.; HOOPES, M. F.; MARCHETTI, M. P. **Invasion Ecology.** [s.l: s.n.].

LOPES, M.; BENITO, N. P.; SANCHES, M. M. Interceptações de pragas quarentenárias e ausentes não regulamentadas em material vegetal importado. n. 1, p. 494–501, 2016.

LOPES-DA-SILVA, Marcelo; SILVA, Suely Xavier de Brito Silva; SUGAYAMA, Regina Lucia; RANGEL, Luís Eduardo Pacifici; RIBEIRO, Luís Carlos. Defesa Vegetal: Conceitos, Escopo e Importância Estratégica. *In*. **Defesa Vegetal Fundamentos, Ferramentas, Políticas e Perspectivas.** 1 ed. Belo Horizonte: SBDA, Sociedade Brasileira de Defesa Agropecuária, 2015. p 03-15.

MACLEOD, A. et al. Evolution of the international regulation of plant pests and challenges for future plant health. p. 49–70, 2010.

MEYERSON, L. A.; REASER, J. K. Biosecurity : Moving toward a Comprehensive Approach THE RISK OF HARM CAUSED BY NON -. **BioScienc**e, v. 52, n. 7, p. 593–600, 2002.

MIRANDA, J. E.; RODRIGUES, S. M. M. História do bicudo no Brasil. *In*: **O bicudo-do-algodoeiro (Anthonomus grandis BOH., 1843) nos cerrados brasileiros: biologia e medidas de controle.** [s.l: s.n.]. p. 10–44.

NAVIA, Denise. Biologia da Invasão. *In*: SUGAYAMA, Regina Lucia; LOPES-DA-SILVA, Marcelo; SILVA, Suely Xavier de Brito Silva; RIBEIRO, Luís Carlos; RANGEL, Luís Eduardo Pacifici (org.). **Defesa Vegetal Fundamentos, Ferramentas, Políticas e Perspectivas.** 1 ed. Belo Horizonte: SBDA, Sociedade Brasileira de Defesa Agropecuária, 2015. p 27-51.

NAVIA, Denise; FERRAGUT, Francisco. Invasões Biológicas. *In*. VILELA, Evaldo Ferreira; CALLEGARO, Geraldo M.(org.). Elementos de **Defesa Agropecuária: Sistema normativo, invasões biológicas, comunicação, história, risco e segurança dos alimentos, conformidade e rastreabilidade.** Piracicaba: FEALQ, 2013. p 73-113.

NAYUDU, M.V. (1972), *Pseudomonas viticola* sp. nov., Incitant of a New Bacterial Disease of Grape Vine. Journal of Phytopathology, 73: 183-186.

NORELLI, J. L.; JONES, A. L.; ALDWINCKLE, H. S. Fire Blight Management in the Twenty-first Century Using New Technologies that Enhance Host Resistance in Apple. v. 87, n. 7, 2003.

NUNES, C. C.; ALVES, S. A. M. Cancro-europeu. **Cultivar HF**, p. 29–31, 2018.

PIMENTEL, D. *et al*. Environmental and Economic Costs of Nonindigenous Species in the United States. v. 50, n. 1, p. 53–65, 2000.

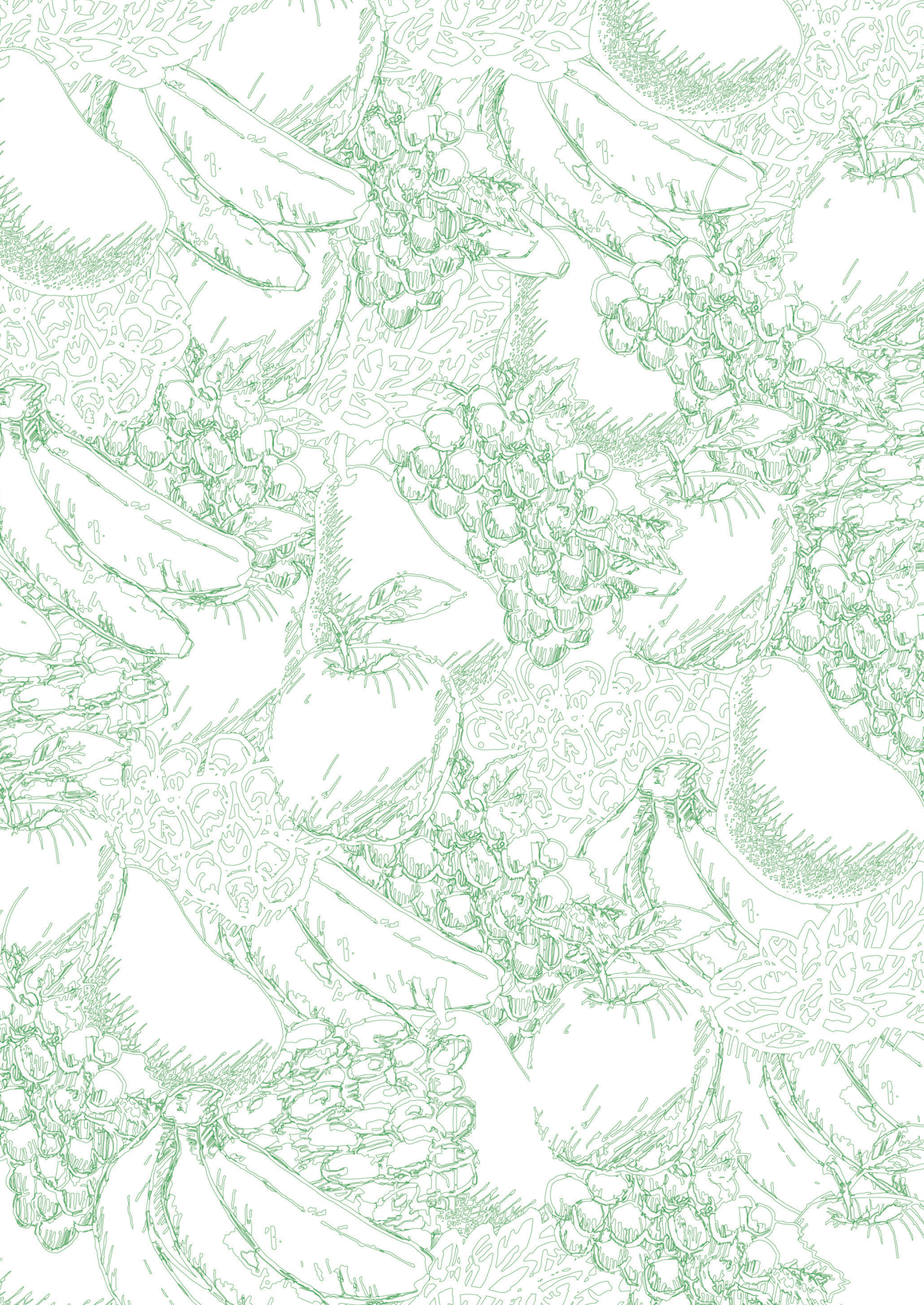
QUINLAN, M.; ALDEN, J.; HABBEL, F. L. **The Biosecurity Approach A review and evaluation of its application by FAO, internationally and in various countriesFao**, 2016. Disponível em: <https://www.ippc.int/static/media/files/irss/2016/09/09/Review_of_biosecurity_approaches_FINAL_report.pdf>

SHANNON CLAIRE QUINN CHLOE SUTCLIFFE PAUL D STEBBING THOMAS DALLY ANITA GLOVER ALISON M DUNN, C. H. *et al*. Exploring knowledge, perception of risk and biosecurity practices among researchers in the UK: a quantitative survey. **Biological Invasions**, v. 21, p. 303–314, 2019.

SILVA, A. F. C. DA. A campanha contra a broca-do-café em São Paulo. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos, Rio de Janeiro**, v. 13, n. 4, p. 957–994, 2006.

WAAGE, J. K.; MUMFORD, J. D. Agricultural biosecurity. n. August 2007, p. 863–876, 2008.

ZHAO, Y. *et al*. Fire blight disease, a fast-approaching threat to apple and pear production in China _ Enhanced Reader.pdf. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 18, n. 4, p. 815–820, 2019.



Sanidade vegetal brasileira: uma análise sob a perspectiva sistêmica

Autores

Alan Luiz Rizzoli

Caio César Simão

Resumo: O aumento do fluxo internacional de mercadorias vem exigindo dos países meios para evitar o ingresso e a dispersão de pragas em seus territórios, de maneira a contornar impactos econômicos, sociais e ambientais. Mesmo diante de alguns bons resultados, se percebe uma série de dificuldades na aplicação das medidas fitossanitárias que acabam por não se mostrarem eficazes. Isto posto, é necessário que a sanidade vegetal brasileira seja repensada de maneira a considerar sua complexidade e a promoção de mudanças que sejam sistemicamente viáveis e culturalmente desejáveis. O objetivo deste capítulo é apresentar uma análise, com base no paradigma da ciência dos sistemas e da cibernética, visando identificar e compreender os principais pontos críticos do sistema de sanidade vegetal brasileiro. Para o presente caso, em função das características do sistema de sanidade vegetal, empregaremos Viable System Model ou Modelo do Sistema Viável. O VSM permite que se lance um olhar distinto sobre um sistema de interesse de atividades humanas. Para o presente sistema de interesse, a inviabilidade fica demonstrada por meio das falhas sistêmicas, ou seja, ao serem caracterizadas as grandes dificuldades, de planejamento, de operação e de decisões existentes. A sanidade vegetal deve, portanto, ser percebida como um meio crucial para que a as cadeias produtivas obtenham o sucesso almejado na produção, gerando renda, viabilizando economia e sociedade.

Apresentação

Durante milhões de anos, ecossistemas estáveis se desenvolveram enquanto vegetais e seus parasitas evoluíam conjuntamente dentro dos limites de determinadas barreiras geográficas. A partir do momento em que a atividade humana elimina tais barreiras, esta dinâmica se altera e organismos passam a ser introduzidos em novos ecossistemas. Ao encontrarem ambiente propício para o seu desenvolvimento e hospedeiros compatíveis, acabam por ocasionar o surgimento de novas epidemias (SANTINI, 2018, p. 647).

O primeiro caso observado de disseminação de praga decorrente da atividade humana, consistiu na identificação, em território europeu, de *Sitophilus granarius*, hoje uma espécie cosmopolita. Evidências da presença do inseto foram encontradas em depósitos de arroz carbonizados dentro de acampamentos romanos no noroeste do continente. Atribui-se sua ocorrência à importação de grãos de arroz do Egito, onde fósseis encontrados do besouro datam de 2.300 a.C. (BUCKLAND, 1981, p. 4).

Certamente não se trata do primeiro caso de importação de uma praga, posto que as primeiras migrações humanas aconteceram há aproximadamente cem mil anos (CAVALLI-SFORZA, 2003, p. 270). Desde então, a migração de pragas acompanhou a movimentação humana, crescendo consideravelmente com o estabelecimento das primeiras rotas comerciais entre a Europa e as Américas e adquirindo um caráter exponencial nos últimos 200 anos (SANTINI, 2012, p. 242; 2018, p. 648). Este expressivo aumento na velocidade da disseminação de patógenos é atribuído ao avanço da tecnologia nas transações internacionais, que passou a permitir viagens mais rápidas e possibilitou o transporte de plantas vivas, muitas vezes carregando patógenos viáveis consigo (SANTINI, 2018, p. 649).

No Brasil, entre 1901 e 2013, foram reportadas 65 novas pragas, 33 delas, detectadas após o ano 2000. Dentre as cerca de 600 pragas quarentenárias ausentes regulamentadas pelo País, ao menos 150 podem ser encontradas em outros países da América do Sul (SILVA et al, 2014, p. 639, p. 643), o que demonstra a permanente necessida de monitorar e procurar conter a introdução de novas espécies.

O aumento do fluxo internacional de mercadorias tornou premente aos países buscarem meios para evitar o ingresso e a dispersão de pragas em seus territórios, de maneira a contornar possíveis impactos econômicos, sociais e ambientais. Na história recente da defesa sanitária vegetal brasileira, têm-se alguns exemplos de relativo sucesso, como a Campanha Nacional de Prevenção do Cancro-Cítrico (*Xanthomonas citri* subsp. citri; Canecc), que contou com a importante participação

da iniciativa privada por meio do Fundo de Defesa da Citricultura (Fundecitrus); as ações de controle da ferrugem-asiática-da-soja (*Phakopsora pachyrhizi*); e, mais recentemente, o trabalho de contenção da *Bactrocera carambolae* na Região Norte do País. Talvez, a mais representativa destas ações tenha sido, no entanto, o programa de erradicação da *Cydia pomonella*, realizado de maneira conjunta por pomicultores, agências de defesa agropecuária e o Mapa.

Mesmo diante do histórico de bons resultados, resta evidente aos profissionais de ciências agrárias atuantes na sanidade vegetal que o sistema brasileiro não vem sendo suficientemente efetivo no cumprimento do seu propósito. Percebe-se a existência de uma série de dificuldades na aplicação das medidas fitossanitárias, as quais nos dão a sensação de que chegamos sempre atrasados, de que as medidas adotadas acabam por não se mostrarem eficazes, ou ainda, de que estas medidas são meramente paliativas, aplicadas somente para que a pesquisa tenha tempo para desenvolver uma cultivar resistente, ou apresentar uma nova molécula capaz de controlar a praga.

Mas afinal, qual é o problema, ou melhor, quais são os problemas que impedem o bom funcionamento do sistema de sanidade vegetal no Brasil? De uma maneira superficial, percebe-se que os principais problemas que atravancam à sanidade vegetal estão imbricados: (i) na perspectiva gerencial empregada, pautada sobremaneira no cartesianismo e no empirismo e muito sujeita a ingerências políticas; (ii) no pouco investimento realizado pelo Estado, principalmente no que tange a recursos humanos, condição de trabalho e tecnologia; (iii) na regulação, com uma miríade de atos normativos com viés burocratizante, no sentido pejorativo da palavra; e, por fim, (iv) no aspecto cultural da sociedade brasileira, em que se percebe a cultura do imediatismo, da falta de planejamento e da assunção aos riscos, tanto por aquele que age desconhecendo as ameaças e as consequências desastrosas do ingresso, estabelecimento e dispersão de uma nova praga, como aquele que, mesmo tendo conhecimento destes riscos, age displicentemente em detrimento do interesse coletivo. Talvez esta seja a principal causa, implicando efeitos nas primeiras três.

A partir da perspectiva que estamos apresentando, apesar de relevantes, não se pode atribuir a baixa efetividade da defesa sanitária vegetal à patogenicidade das ameaças fitossanitárias ou ao fenômeno da globalização. A vulnerabilidade do território ao ingresso de novas pragas decorre da forma como este sistema é entendido e, por consequência, gerenciado, ou, em outras palavras, da dificuldade de operar um sistema de atividades humanas em um ambiente de elevada complexidade e incerteza.

Sendo assim, e em virtude da importância do agronegócio para a economia nacional, é necessário que a sanidade vegetal brasileira seja repensada de maneira a considerar sua complexidade, no sentido de permitir cumprir o seu propósito. Para isso, se faz premente a promoção de mudanças que sejam sistemicamente viáveis e culturalmente desejáveis. Porém, se empregarmos o método reducionista, em que se divide a realidade em partes para a sua compreensão, não será possível alcançar uma melhoria do status quo. Diante disso, é imperioso buscar por abordagens mais adequadas às necessidades atuais das organizações. Dentre estas abordagens, Stafford Beer propôs o *Viable System Model* (VSM), ou Modelo do Sistema Viável. Baseado em conceitos da ciência dos sistemas e da cibernética, o VSM reúne o conjunto de princípios que, se empregados de maneira adequada, possibilitará a viabilidade de qualquer organização.

Objetivo

O objetivo deste capítulo é apresentar uma análise, com base no paradigma da ciência dos sistemas e da cibernética, para identificar e compreender os principais pontos críticos do sistema de sanidade vegetal brasileiro. O Modelo do Sistema Viável (VSM) será empregado no modo diagnóstico e, portanto, como uma espécie de moldura que possibilita avaliar a estrutura, identificando tanto as características que demonstram estar em sintonia, como aquelas que demonstram estar em dissonância com o modelo, além de indicar algumas intervenções que poderiam ser realizadas com vistas a sua melhoria por meio de medidas sistemicamente desejáveis e politicamente viáveis.

Abordagem sistêmica

Apesar de ter contribuído enormemente para o desenvolvimento da sociedade, o paradigma reducionista não tem sido suficiente para explicar e melhorar as situações-problemas onde se observam como consequências a fome, a violência, desigualdades sociais e degradação ambiental. O retrato permanece muito semelhante ao se olhar para a sanidade vegetal. Um número incontável de pragas, antes restritas aos seus ambientes naturais, dispersaram-se ao redor do globo, gerando prejuízos em outros locais, algumas vezes causando a total inviabilidade de uma cultura e impondo severos danos ao ambiente e à população local. Talvez, o exemplo mais emblemático do potencial impacto causado pela

introdução de uma praga seja a grande fome na Irlanda, quando cerca de um milhão de pessoas morreram entre 1845 e 1848, em razão da devastação dos cultivos de batatas pelo fungo *Phythophtora infestans*, provavelmente levado à Europa por meio de fertilizantes produzidos nos Andes (EBBELS, 2003, p. 12).

Diante do acima exposto, buscar-se-á interpretar a realidade apresentada desde a perspectiva sistêmica. A partir da segunda metade do século XX, percebeu-se que a realidade, complexa, não poderia ser compreendida completamente somente por meio da classificação e análise. Por meio dos trabalhos de Von Bertalanffy, Norbert Wiener, William Ross Ashby e outros, surgiram a ciência dos sistemas, também denominada pensamento sistêmico e prática sistêmica, e a cibernética.

O pensamento sistêmico é compreendido por Vasconcellos (2010) como um novo paradigma em relação ao pensamento científico tradicional. Por sua vez, para Schlindwein (2005), o pensamento sistêmico é uma forma de perceber a complexidade, a partir da adoção de uma perspectiva que considera o sistema em sua totalidade, nos dando mais capacidade para lidarmos com *messes*[2] ou sistemas de problemas. Já a prática baseada no pensamento sistêmico, ou prática sistêmica, objetiva encontrar formas de usar conceitos sistêmicos com vistas a lidar com as diversas situações-problemas presentes no mundo real. O pensamento sistêmico e prática sistêmica são utilizados em processos de tomada de decisão e resolução de problemas em que pessoas e organizações não sabem definir ao certo qual o problema ou a sua solução, implicando, pensamento e prática, em um processo cíclico de aprendizagem. A partir do paradigma sistêmico, um sistema é definido como *um conjunto complexo cujo funcionamento depende de suas partes e das interações entre as partes* (JACKSON, 2003, p.3).

Por sua vez, a cibernética é a *ciência do controle e da comunicação, tanto na máquina como no animal* (WIENER, 1961, p. 11). O termo cibernético provém do grego *Kybernetes*, e significa a arte de navegar. Platão o empregou para fazer uma analogia, comparando o timoneiro que conduz uma embarcação, com aquele que governa o Estado (ESPEJO; REYES, 2011, p. 21). A cibernética é, portanto, o estudo do fluxo de comunicação, a exemplo dos circuitos homeostáticos, que determina o comportamento dos sistemas de qualquer natureza.

O estudo da cibernética e o seu reconhecimento como ciência, decorreu dos trabalhos de Wiener durante o esforço de guerra dos países aliados no desenvolvimento de armas antiaéreas. Por sua vez, Ashby (1970) apresentou o potencial de emprego dos conceitos da cibernética em diferentes áreas do

[2] Na ciência dos sistemas denomina-se por mess (bagunça, em inglês) sistemas complexos de problemas em que há fote interação interesação entre eles.

pensamento. Em decorrência dos trabalhos de Wiener, McCulloch e Ashby, Stafford Beer buscou aplicar os conceitos da cibernética para otimizar a gestão das organizações. Beer (1985, p. ix) a compreendia como a *ciência da organização efetiva*.

Tanto a ciência dos sistemas como a cibernética nos possibilitam identificar e descrever características destes sistemas e compreender como eles interagem com seu ambiente com vistas a cumprir o seu propósito. Além disso, o paradigma sistêmico nos permite perceber e agir sobre a realidade, nos dando mais capacidade para lidar com sistemas de problemas. Não se trata somente de identificar ou criar sistemas, e sim, de compreender a realidade a partir de uma perspectiva sistêmica.

As diversas abordagens sistêmicas hoje existentes podem ser empregadas de maneira isolada ou mescladas entre elas. Além disso, de acordo com as características da situação-problema que se deseja compreender e atuar, podem-se empregar uma ou mais abordagens sistêmicas de maneira integrada.

Para o presente caso, em função das características do sistema de sanidade vegetal, empregaremos a base conceitual desenvolvida por Stafford Beer, denominado de *Viable System Model* (VSM), ou Modelo do Sistema Viável[3] . O VSM foi desenvolvido por Beer a partir dos trabalhos de Wiener, McCulloch e Ashby, aplicando a cibernética em organizações de qualquer natureza, tanto públicas como privadas. O VSM é, portanto, um modelo conceitual, que permite compreender as organizações a partir da visão cibernética (BEER, 1994, p. 565-567; HOVERSTADT, 2008, p. 87).

Segundo o VSM, para que uma organização possa ser considerada viável, deve apresentar um conjunto de seis sistemas e inter-relacionamentos específicos que a possibilite sobreviver e se adaptar em um ambiente particular, ou seja, aquilo que está fora do sistema e influencia o seu desempenho (PÉREZ RÍOS, 2008, p. 32-54; SCHWANINGER, 2009, p. 84). Ou seja, para que uma organização seja considerada viável, não basta que funcione perfeitamente e cumpra o seu propósito de existência. O Sistema Viável, portanto, além de sobreviver e de se adaptar às condições ambientais, deve ter condições de cumprir com o propósito motivador de sua existência e, para isso, a sua estrutura de funcionamento deve estar preparada.

[3] Rizzoli e Schelindwein (2012) procederam um levantamento de relatos de uso do VSM no brail.

O VSM compreende os seis sistemas, expostos a seguir[4]:

a. *Sistema 1:* é o sistema responsável por produzir e entregar os bens e serviços que a organização realiza. Pode ser formado por várias unidades, denominadas unidades operacionais elementares, *v. g.* escritório local de uma agência de defesa agropecuária.

b. *Sistema 2:* é o sistema responsável pela coordenação entre as unidades operacionais elementares (Sistema 1), por meio da informação e comunicação, filtrando e repassando as informações provenientes das unidades operacionais para o Sistema 3. Visa amplificar a capacidade de autorregulação e atenuar as oscilações entre as unidades operacionais, *v. g.* sistema eletrônico de gestão de documentos, modelos de formulários, como autos, termos ou planilhas.

c. *Sistema 3:* é responsável pelo gerenciamento das unidades operacionais elementares, buscando um funcionamento harmônico, ininterrupto e procurando explorar as sinergias entre eles, com o apoio dos Sistema 2 e Sistema 3*. Podem ser considerados como componentes do Sistema 3 em uma organização, a gestão dos recursos humanos, da contabilidade, e as coordenações técnicas.

d. *Sistema 3**: O seu propósito é auxiliar o Sistema 3, verificando o andamento das atividades executadas pelas unidades operacionais elementares por meio de auditorias e atividades de monitoramento não rotineiras.

e. *Sistema 4*: é o sistema de inteligência, integrando a organização com o ambiente externo e realizando a prospecção do futuro, o estratégico. O Sistema 4 busca informações relevantes e transmite-as para fundamentar a tomada de decisão de alto nível, com vistas à adaptação às mudanças no seu ambiente. O Sistema 4 exercita sua função a partir de duas fontes de informação: o ambiente presente e o ambiente futuro. Como exemplo de Sistema 4, podemos citar a área de planejamento de uma organização. A realização de planejamento estratégico, assim como o uso da dinâmica de sistemas, ou qualquer outra ferramenta que vise interpretar a realidade externa, são exemplos de Sistema 4.

[4] Para um entendimento aprofundado sobre o VSM sugere-se a leitura de Beer (1985), Pérez Ríos (2008), Hoverstadt (2008) e Espejo e Reyes (2011). Em português, sugere-se a leitura dos diversos artigos publicados nos anais dos Congressos Brasileiros de Sistemas promovidos pelo capítulo brasileiro da International Society for the Systems Sciences (http://isssbrasil.usp.br/isss/).

f. *Sistema 5*: É a máxima autoridade em um sistema viável. É o sistema que busca equilibrar o presente e o futuro, as perspectivas internas e externas, a relação entre os Sistemas 3 e 4. O Sistema 5 define ainda os valores e propósitos da organização, assim como a missão e visão de futuro. Como exemplos do Sistema 5 pode-se citar a diretoria ou o conselho acionário de uma empresa, ou mesmo uma lei ou, ainda, a constituição.

Além dos seis sistemas acima apresentados, o VSM leva em consideração alguns conceitos e possui características que merecem ser destacadas:

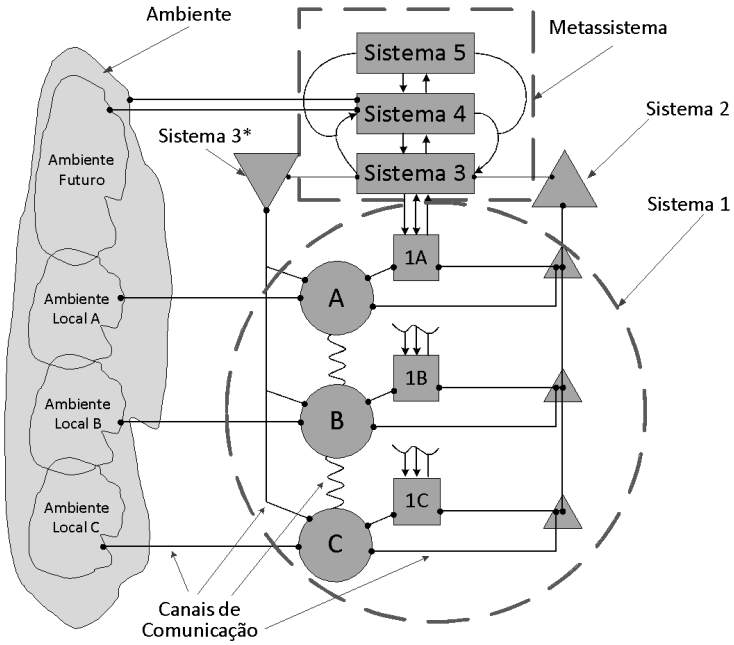
a. Variedade: é o conceito central para a cibernética organizacional e para o VSM. Criado por Ashby, o conceito de variedade expressa uma medida de complexidade, que seria equivalente ao número de estados possíveis que um sistema pode assumir (ASHBY, 1970). Em outras palavras, parte-se do pressuposto que a complexidade pode ser maior ou menor, dependendo do sistema, e por ser variável pode ser mensurável.
b. Lei da Variedade Requerida: para elucidar melhor a questão do controle da complexidade, Ashby estabeleceu a Lei da Variedade Requerida. Para Ashby (1970), somente *variedade pode destruir variedade*. Em assim sendo, como resume Schwaninger (2009), para que um sistema complexo fique sob controle, o sistema controlador deve ser tão ou mais complexo que o sistema a ser controlado.
c. Teorema de Conant-Ashby: declara que *todo bom regulador de um sistema deve ser um modelo deste sistema*. Assim sendo, o sistema controlador deve ser um bom modelo do sistema controlado (CONANT; ASHBY, 1970).
d. Recursividade: todo sistema viável deve possuir subsistemas viáveis, da mesma forma que faz parte de um sistema viável. A recursividade tem sido definida como sendo multidimensional, podendo fazer parte de diversos sistemas em diferentes configurações.
e. Canais de comunicação: os canais de comunicação, tem o objetivo de conectar os sistemas entre si e com o ambiente. Os canais de comunicação buscam manter um equilíbrio (homeostase) na interação entre os diversos componentes que se conectam.

O VSM permite que se lance um olhar distinto sobre um sistema de interesse

de atividades humanas, de maneira a possibilitar agir com vistas a sua viabilidade. As organizações que formam o sistema de interesse apresentam diversas dificuldades de relacionamento. O emprego de abordagens sistêmicas, ou mesmo a utilização conjunta de diversas abordagens sistêmicas, auxilia na implementação incremental de melhorias desejáveis e viáveis.

Por sua vez, partindo do entendimento de que uma organização é um sistema de atividade humana, por consequência, é também um sistema de interesse. Não obstante, um sistema de interesse pode ser um pedaço da organização, ou ainda, várias organizações que se relacionam em prol de um propósito em comum. A visão geral do VSM é apresentada na Figura 1.

Figura 1 – Visão geral do VSM. As formas em formato ameboide representam o ambiente do sistema viável. As figuras em um tom de cinza representam os componentes que formam os cinco sistemas do VSM. As linhas representam os diversos canais de comunicação que ligam os diversos sistemas entre eles e com o ambiente. Rizzoli (2013), adaptado a partir de Beer (1985) e Schwaninger (2009).



Fonte: Rizzoli (2013), adaptado a partir de Beer (1985) e Schwaninger (2009).

Importante que se ressalte que a qualidade da gestão de qualquer sistema é dependente da qualidade do modelo que o gestor emprega para gerenciá-lo. Entende-se por modelo de gestão as referências empregadas, ou seja, descrições simplificadas da realidade que são baseadas em algum paradigma científico ou, mais comumente, no empirismo. O problema é que, normalmente, esses modelos não são adequados para a realidade que se deseja afrontar. Por conseguinte, o

emprego de modelos inadequados pode distorcer a percepção do agente que toma decisão. Além disso, como chama atenção, o não compartilhamento dos modelos empregados, implica em um obstáculo para a gestão do sistema (HOVERSTADT, 2008, p. 160; p. 305).

Isto posto, dentre os modelos mais comumente empregados está o hierárquico. Infelizmente o modelo não leva em consideração muitas das informações necessárias para compreender a complexidade da organização e a partir daí decidir com assertividade. Por sua vez, a burocracia, base do funcionamento de grandes estruturas funcionais, dentre as quais o Estado, é o modelo de gestão que apresenta a estrutura hierárquica como uma de suas principais características. No entanto, como bem se percebe, há uma forte tendência de as organizações burocráticas não conseguirem cumprir com o seu propósito. É por esse motivo que as organizações que acabam por ser rotuladas como burocráticas são, na verdade, organizações baseadas no modelo burocrático, mas que apresentam falhas em seu funcionamento.

Compreendendo o sistema de interesse

Origem do sistema brasileiro de sanidade vegetal

Em decorrência do impacto causado por pragas sobre aspectos ambientais, sociais e econômicos, percebeu-se a necessidade de regular algumas atividades na agricultura, de modo a restringir ações que podem se tornar prejudiciais para a cadeia produtiva como um todo. É neste ponto que se faz necessário o estabelecimento de regras que balizem as ações dos envolvidos no agronegócio, a aplicação de medidas de cunho fitossanitário, como destruição de cultivos, de insumos, isolamento de áreas e por fim, havendo necessidade, a imposição de penalidades administrativas.

O primeiro marco legal visando o controle de uma praga foi editado em Rouen, França, em 1660. Esta lei determinava a destruição de plantas de espinheiro-vinhedo (*Berberis vulgaris*) em regiões produtoras de trigo, acreditando-se que o arbusto era responsável pela ferrugem do colmo (agente causal *Puccinia graminis*). Atualmente, sabe-se que o arbusto atua como hospedeiro alternativo para o fungo (EBBELS, 2003, p. 9).

Após alguns episódios de grandes prejuízos sociais e econômicos ocorridos no séc. XIX, amplamente relatados na literatura especializada, houve um esforço no sentido

de buscar compreender melhor as pragas relacionadas à agricultura e como manejá-las. Em 1881, doze países europeus assinam a Convenção sobre as medidas a serem tomadas contra a *Phylloxera vastatrix*. Esta convenção foi posteriormente emendada e, por fim, tornou-se referência para a *Convenção Internacional para a Proteção dos Vegetais*, de 1929, que passava a contar com 46 signatários, incluindo o Brasil.

O Brasil, buscando se adequar ao panorama internacional que estava se desenvolvendo, criou, por meio do Decreto n. 7.556 (BRASIL, 1909), um serviço com vistas a agir sobre a sanidade agropecuária, o Serviço de Inspeção Agrícola, no âmbito do então Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio. Naquele momento, as atribuições estavam relacionadas à representação do Ministério junto aos Estados, à inspeção de escolas agrícolas e campos experimentais, ao repasse de instruções técnicas aos agricultores e à coleta e envio de amostras de pragas para fins de identificação. Em 1910, por meio do Decreto n. 7.816, o escopo de atuação foi ampliado, com a mudança de denominação para Serviço de Inspeção, Estatística e Defesa Agrícolas (BRASIL, 1910).

Paralelamente, em 1912, o Congresso norte-americano aprovou o seu *Plant Quarantine Act*, permitindo com que seus Estados pudessem editar leis determinando a aplicação de medidas fitossanitárias. O marco legal possibilitou, ainda, com que os Estados Unidos proibissem a importação de mudas de pinheiro da Europa na tentativa de impedir a introdução da ferrugem-da-bolha-do-pinheiro-branco (*Cronartium ribicola*) e com que fossem determinadas, em 1914, a destruição de árvores de cedro-vermelho próximas à pomares de maçã, com a finalidade de protegê-los da ferrugem-da-maçã (*Gymnosporangium juniperi-virginianae*; EBBELS, 2003, p. 10-13).

Em 1934, durante o governo provisório de Getúlio Vargas, foi promulgado o Decreto n. 24.114 (BRASIL, 1934), que estabeleceu o atual regulamento da defesa sanitária vegetal brasileira. O Decreto já demonstrava a preocupação com o aspecto sanitário dos cultivos e as implicações de dispersão de novas e desconhecidas pragas. Por outro lado, entrou em vigor em uma época na qual as atuais tecnologias não haviam sido desenvolvidas. São, portanto, mais de 80 anos em que a base da defesa sanitária é mantida, com atualizações raras e pontuais.

Desde então, houve um grande desenvolvimento da agricultura em todo o mundo. Em 1951, superadas as preocupações relativas à segunda guerra mundial, os governos retomam a atenção ao texto da convenção de 1929. Durante a 6ª Conferência da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), em Roma, é estabelecida a Convenção Internacional para Proteção dos Vegetais (CIPV), hoje com 184 membros. A Convenção tem como propósito

assegurar ações para impedir a introdução e disseminação de pragas de vegetais e suas partes, além de promover medidas apropriadas para o seu controle.

O texto original da Comissão passou por revisões em 1979 e 1997. Na primeira delas, previa-se a necessidade da criação de Organizações Regionais de Proteção Fitossanitária (ORPF), que deveriam coordenar as Organizações Nacionais de Proteção Fitossanitária (ONPF de suas áreas de abrangência, estimulando a participação nas atividades da Comissão, promovendo a disseminação de informações e o desenvolvimento das Organizações Nacionais. O Brasil é conveniado ao Comitê de Sanidade Vegetal do Mercosul[5] (Cosave), uma das dez ORPF atualmente em atividade, tendo participado de sua criação em 1989.

Em contraponto, chama a atenção que a base legal que trata da sanidade vegetal brasileira não vem recebendo a devida atenção pelo Legislador. Parte dos conceitos e da terminologia técnica empregada no momento em que foi redigido o Decreto n. 24.114/1934, está praticamente em desuso. Além disso, o referido decreto não dá o devido respaldo para muitas das medidas de caráter sanitário e punitivo que hoje se fazem necessárias. Como exemplo, em decorrência dos vários planos monetários e da inflação galopante que o Brasil enfrentou, atualmente, a aplicação de multas com base no Decreto n. 24.114/1934 deixou de fazer sentido, posto que os valores inicialmente previstos não foram atualizados. Ou seja, o Decreto n. 24.114/1934 ainda prevê a valoração das multas em réis.

A partir da promulgação da Constituição de 1988, em seu artigo 187, a política agrícola passa então sob a égide constitucional. Inclusive, a defesa agropecuária, e, por extensão, a sanidade vegetal encontram respaldo na Constituição Federal de 1988, pois se relacionam com os direitos sociais à saúde e à alimentação (SOARES; SANTOS, 2015, p. 16).

Em 1991, após a fase de democratização, ocorreu uma iniciativa de readequar o planejamento agrícola nacional, por meio da aprovação, no Congresso Nacional, da Lei n. 8.171/1991, também denominada Lei de Política Agrícola (BRASIL, 1991). No entanto, os dispositivos elaborados relacionados à defesa sanitária vegetal foram vetados pelo então presidente Fernando Collor de Mello. A partir deste mesmo ano, os Estados começam a legislar concorrentemente a sanidade vegetal, a exemplo do Estado de Sergipe, com a Lei n. 3113/1991 (SERGIPE, 1991). Passados sete anos, de maneira a corrigir a lacuna deixada na Lei n. 8.171/1991, entrou em vigor a Lei n. 9.712/1998, que acrescentou dispositivos relacionados à defesa agropecuária na Lei n. 8.171/1991, criando o Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (Suasa), regulamentado posteriormente pelo Decreto n. 5.741/2006 (BRASIL,

[5] *Comité de Sanidad Vegetal del Mercusur*

2006a). O Suasa passa, portanto, a listar no rol das políticas agrícolas da União.

O Decreto n. 5.741/2006 evidencia a perspectiva sistêmica da defesa agropecuária. Busca, a exemplo do Sistema Único de Saúde (SUS) regular o relacionamento entre as três instâncias federativas do País – Municípios, Estados e Distrito Federal e União – especificando as responsabilidades e competências de cada um. O Suasa, portanto, foi instituído com o objetivo de coordenar os esforços da União, Estados e Distrito Federal e Municípios nas ações relacionadas à defesa agropecuária.

Pela concepção do Suasa, o sistema é formado por três instâncias: i) a Instância central e superior, relacionada às competências privativas da União, dentre as quais estão a regulação e a coordenação de todo os sistemas; ii) a instância intermediária, relacionada às competências privativas dos Estados e do Distrito Federal, e iii) a instância local, vinculada às atividades executadas no âmbito local, não necessariamente restritas às atividades relacionadas ao município.

O Suasa prevê uma delimitação de atribuições e um fluxo de informação entre as instâncias que o compõe. Por outro lado, o Decreto n. 5.741/2006 não define as competências de execução direta das ações de defesa agropecuária às UFs e municípios, em respeito às competências administrativas comuns e legislativas concorrentes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, expressas no art. 23, incisos VI, VII e VIII e art. 24, V e VI da Constituição Federal (BRASIL, 1988). Ou seja, a fiscalização e a aplicação de penalidades devem ser previstas em mandato próprio. Em resumo, o Suasa demarca um quadro geral para a defesa agropecuária como um todo e define uma regra geral de funcionamento, oferecendo elementos de coesão para o sistema.

Nesse sentido, no âmbito federal tem-se a Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA), vinculada diretamente ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), como entidade responsável por conduzir a defesa agropecuária, conforme disposto pela Lei n. 8.171/1991, o Decreto n. 5.741/2006 e o Decreto n. 10.253/2020 (BRASIL, 1991; 2006a; 2020). Por sua vez, o Departamento de Sanidade Vegetal e Insumos Agrícolas (DSV), subordinado à SDA, tem por atribuição a coordenação e a execução das atividades relacionadas à sanidade vegetal. No âmbito da CIPV, o DSV é reconhecido como a Organização Nacional de Proteção Fitossanitária (ONPF) brasileira.

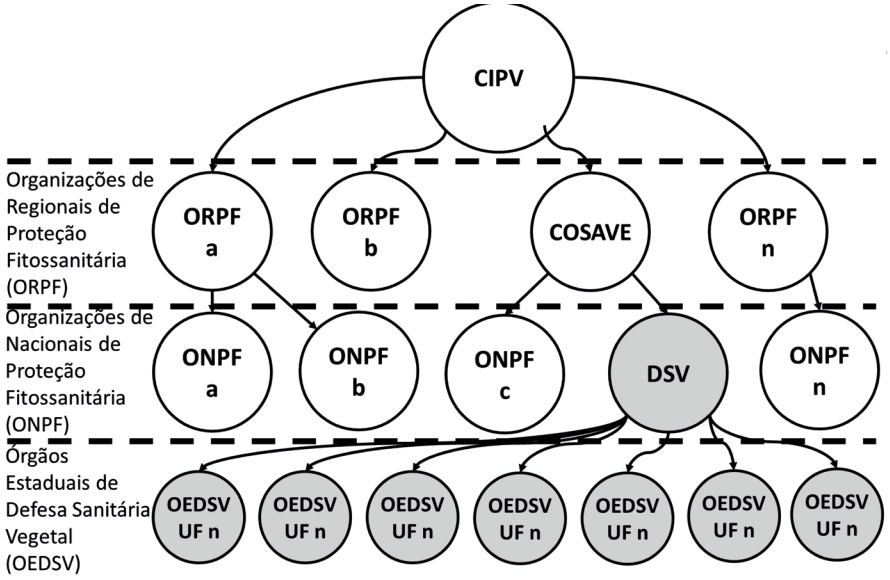
Subordinado à SDA, está o Serviço de Vigilância Agropecuária Internacional (Vigiagro) a quem, de acordo com o §3º, do art. 55 do Decreto n. 5.741/2006, compete fiscalizar a sanidade agropecuária das importações, exportações e trânsito aduaneiro de vegetais, partes de vegetal e produtos vegetais. Atualmente, o Vigiagro é composto por 111 unidades, localizadas em portos, aeroportos, postos de fronteira e aduanas especiais. Apesar de não estar hierarquicamente subordinado ao DSV, o

Vigiagro desempenha papel fundamental no sistema de interesse sanidade vegetal e, portanto, será considerado nesta análise.

Na instância intermediária, as atividades são desempenhadas pelas agências de defesa agropecuária de cada Estado e do Distrito Federal. Normalmente, são autarquias ou órgãos da administração direta do Estado. Uma parcela das atividades realizadas por cada uma destas organizações, no âmbito do território da unidade federada, está relacionada à sanidade vegetal. São denominadas, portanto, no contexto da sanidade vegetal, de Órgãos Estaduais de Defesa Sanitária Vegetal (OEDSV).

Ao analisar o Decreto n. 5.741/2006, portanto, é possível perceber a existência de algumas características sistêmicas, como a inter-relação entre componentes, uma estrutura recursiva e a orientação a um propósito em sua concepção. A representação da estrutura recursiva está representada na figura 2.

Figura 2 – Representação evidenciando a estrutura recursiva que mostra o relacionamento entre os organismos internacionais (CIPV, ORPFs) o DSV/Mapa, como ONPF brasileira e os OEDSVs em cada unidade da federação brasileira.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Propósito de existência e identidade

Um sistema, para que a sua existência tenha algum significado e para que possa ser compreendido como tal, deve possuir um propósito. Para Beer (1985, p. 127) *o propósito de um sistema é o que ele faz*. Por exemplo, um organismo

vivo tem por propósito a sobrevivência e a geração de descendentes férteis para a perpetuação da espécie. Por sua vez, uma empresa é criada para entregar valor aos seus clientes ou acionistas. Neste mesmo entendimento, um órgão público, é criado com vistas a atuar em determinada situação, ou melhor, para cumprir aquilo que é determinado em seu mandato.

De acordo com o Decreto n. 5.741/2006, o Suasa é o sistema responsável pela vigilância agropecuária, o controle sanitário animal e vegetal, a inspeção e classificação de produtos agropecuários e o controle de insumos agropecuários, por meio da regulação, fiscalização, inspeção, análise laboratorial, credenciamento e educação, com o propósito de garantir a proteção da saúde dos animais e a sanidade dos vegetais, a idoneidade dos insumos e dos serviços utilizados na agropecuária, e a identidade, qualidade e segurança dos produtos agropecuários (BRASIL, 2006a).

Ademais, se distingue, no âmbito do Suasa, que as suas atribuições estão divididas em grandes subsistemas (BRASIL, 2006a): i) sanidade vegetal; ii) saúde animal; iii) vigilância agropecuária internacional; iv) Sistema Brasileiro de Inspeção de Produtos de Origem Vegetal; v) Sistema Brasileiro de Inspeção de Produtos de Origem Animal; e vi) Sistema Brasileiro de Inspeção de Insumos Agropecuários.

Tomando a sanidade vegetal como um subsistema do Suasa, e, por sua vez, como o sistema de interesse que pretendemos analisar, qual seria, portanto, o seu propósito? Para Silva et al (2015, p. 4),

> [...] entende-se Defesa Vegetal como o conjunto de ações tomadas para diminuir o risco representado por pragas e que tenha por objetivo final manter ou aumentar a estabilidade fitossanitária das culturas.

Esta definição apresentada por Silva et al (2015, p. 4), está estreitamente vinculada com o propósito da CIPV, convenção da qual o Brasil é um dos membros signatários, tendo a internalizado por meio do Decreto n. 5.759/2006 (BRASIL, 2006b):

> ARTIGO I
>
> Propósitos e Responsabilidades
>
> 1 - Com o propósito de atuar eficaz e conjuntamente para **prevenir a disseminação e introdução de pragas de plantas e de produtos vegetais,**

> **bem como promover medidas apropriadas para controlá-las**, as partes contratantes comprometem-se a adotar as medidas legislativas, técnicas e administrativas especificadas na presente Convenção e em outros acordos suplementares para dar cumprimento ao Artigo XVI; **(grifo nosso)** [...]

Ou seja, parte-se do entendimento que toda e qualquer ação com vistas a evitar o ingresso de pragas ou combater uma determinada praga que já ingressou, que está em vias de estabelecimento, ou mesmo estabelecida de fato, é componente da sanidade vegetal. Por outro lado, embora todo o conjunto relacionado aos insumos agrícolas tenha uma estreita relação com a sanidade vegetal, posto que a qualidade de sementes e mudas é um fator determinante para a sanidade de um cultivo, e que podem, inclusive, atuarem como vetores de pragas, e que os agrotóxicos são desenvolvidos com a finalidade de controlar e erradicar pragas, nesta análise, eles não serão considerados como componentes do sistema de interesse sanidade vegetal.

Ademais, o sistema de interesse sanidade vegetal, não se restringe a uma única entidade. De fato, é constituído por várias organizações engajadas ao mesmo propósito, cada qual com sua circunscrição e competências. Este sistema de interesse também acaba por extrapolar as competências da Administração Pública. Ou seja, é um sistema de interesse em que várias pessoas e entidades estão envolvidas e têm a sua fatia de responsabilidade em torno de um propósito comum.

Desta forma, estão diretamente envolvidos no sistema de sanidade vegetal todos aqueles responsáveis por executar as ações relacionadas ao propósito do sistema de interesse: *prevenir a disseminação e introdução de pragas de plantas e de produtos vegetais, bem como promover medidas apropriadas para controlá-las*, ou seja, produtores rurais, técnicos da pesquisa, da assistência técnica, da extensão rural e da fiscalização, os empresários e seus colaboradores das indústrias de insumos agrícolas e os importadores e comerciantes de insumos e produtos agrícolas. Isto está exposto no art. 1º, Anexo, do Decreto n. 5.741/2006 (BRASIL, 2006a):

> Art. 1o Fica instituído, na forma definida neste Regulamento, o Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária.
>
> § 1o Participarão do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária:
>
> I - serviços e instituições oficiais;

> II - produtores e trabalhadores rurais, suas associações e técnicos que lhes prestam assistência;
>
> III - órgãos de fiscalização das categorias profissionais diretamente vinculados à sanidade agropecuária; e
>
> IV - entidades gestoras de fundos organizados pelo setor privado para complementar as ações públicas no campo da defesa agropecuária.

A existência de um sistema de interesse como o da sanidade vegetal acaba não se restringindo somente à vontade dos envolvidos, e sim, está quase sempre vinculada a um ato legal de Estado, como uma Lei, criada e aprovada pela Assembleia Legislativa ou Congresso Nacional, e regulamentada pelo Poder Executivo. No entanto, ainda que sua constituição seja dependente de uma vontade do Estado, a iniciativa privada possui uma importante fatia de responsabilidade. O envolvimento direto nas ações por parte de entes privados e públicos, de instâncias federativas diversas, demonstra, portanto, que a sanidade vegetal não deve ser entendida como responsabilidade exclusiva de um órgão de Estado.

Sendo assim, compreende-se que contribuem para formar o presente sistema de interesse os produtores rurais, profissionais das ciências agrárias, empresas que beneficiam produtos agropecuários, comerciantes, agências de defesa agropecuária e Mapa. Na outra ponta, está o público consumidor, tanto do mercado interno como do externo, a cada dia mais exigente com a qualidade dos produtos que consome, muito embora esta percepção de qualidade (visual, sanitária) ainda precise ser melhor desenvolvida. Por conseguinte, em função da necessidade de consumir produtos de qualidade, inócuos à sua saúde e com preços acessíveis, o consumidor acaba por ser o cliente deste sistema de interesse.

Estrutura recursiva do sistema de interesse

Em sistemas viáveis, identifica-se a presença de estruturas recursivas, ou seja, estruturas que apresentam as características de um sistema viável. Um sistema viável, portanto, pode ser composto por vários sistemas viáveis, assim como pode fazer parte de um sistema viável maior.

Estas estruturas recursivas podem ser desdobradas empregando-se alguns critérios como territorialidade, tempo, e tecnologia utilizada, no sentido de se buscar identificar subsistemas viáveis dentro do sistema de interesse que se está

analisando. De acordo com Schwaninger (2009, p. 88), os critérios recursivos podem ser multidimensionais, ou seja, uma mesma organização pode fazer parte de várias configurações recursivas, como, por exemplo, ser parte de um conglomerado de empresas, ao mesmo tempo que possui alguma parceria íntima com outra organização que não faz parte deste conglomerado.

Isto posto, ressalta-se que os níveis recursivos não necessariamente são coincidentes aos níveis hierárquicos que formam o organograma. Compreendendo a estrutura recursiva existente no sistema de interesse, é possível compreender melhor a forma como o sistema atua sobre o seu ambiente.

O Brasil optou em estruturar a sua defesa agropecuária por meio de um órgão central (SDA/Mapa) e agências de defesa agropecuária estaduais, com o apoio eventual de órgãos municipais, ou ainda, como expressa o Decreto n. 5.741/2006, nas instâncias central e superior, intermediária e local (BRASIL, 2006a):

> Art. 9º As atividades do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária serão executadas pelas **Instâncias Central e Superior, Intermediárias e Locais**. (grifo nosso)
>
> § 1º A Instância Central e Superior responderá pelas atividades privativas do Governo Federal, de natureza política, estratégica, normativa, reguladora, coordenadora, supervisora, auditora, fiscalizadora e inspetora, incluindo atividades de natureza operacional, se assim determinar o interesse nacional ou regional.
>
> § 2º As Instâncias Intermediárias serão responsáveis pela execução das atividades de natureza estratégica, normativa, reguladora, coordenadora e operativa de interesse da União, e também as privativas dos Estados ou do Distrito Federal, em seus respectivos âmbitos de atuação e nos termos das regulamentações federal, estadual ou distrital pertinentes.
>
> § 3º As Instâncias Locais responderão pela execução de ações de interesse da União, dos Estados, do Distrito Federal ou dos Municípios, no âmbito de sua atuação, nos termos das legislações federal, estadual, distrital ou municipal pertinentes.

A estrutura apresentada pelo Suasa, no entanto, não demonstra ser suficientemente adequada para permitir a compreensão do sistema de interesse sanidade vegetal. A SDA coordena as ações de toda a defesa agropecuária, sendo

subdividida em vários departamentos e coordenações gerais, cinco destas, focadas nas atividades finalísticas. O DSV, por sua vez, está a um nível recursivo abaixo da SDA e coordena as ações de sanidade vegetal no âmbito nacional. O DSV é dividido em várias coordenações focadas também na atividade-fim. As atividades propriamente operacionais são de competência das unidades de sanidade vegetal, vinculadas às Superintendências Federais da Agricultura (SFAs) do Mapa, em cada unidade da federação. Estas unidades executam atividades claramente operacionais, como fiscalizações, inspeções e levantamentos fitossanitários.

Em seguida, surgem os OEDSVs, que, como afirmado anteriormente, são estruturas pertencentes às agências de defesa agropecuária dos Estados e do Distrito Federal, orientadas às ações no âmbito da sanidade vegetal, e, portanto, parte do sistema de interesse que se está analisando. Os OEDSVs possuem sua estrutura normalmente dividida em níveis recursivos, com uma sede, unidades regionais e escritórios locais.

No modelo vigente, as unidades de sanidade vegetal nas SFAs realizam atividades privativas do Mapa, como auditorias, fiscalizações e supervisões de algumas das atividades realizadas pelos OEDSV. A instância local, formada pelos municípios, não estão operando no âmbito da sanidade vegetal do Suasa.

Observa-se, ainda, uma incongruência na concepção do Suasa, que no inciso II, do art. 28-A da Lei n. 8.171/1991 (BRASIL, 1991) prevê como participantes do sistema:

> I – serviços e instituições oficiais;
>
> II – produtores e trabalhadores rurais, suas associações e técnicos que lhes prestam assistência;
>
> III – órgãos de fiscalização das categorias profissionais diretamente vinculadas à sanidade agropecuária;
>
> IV – entidades gestoras de fundos organizados pelo setor privado para complementar as ações públicas no campo da defesa agropecuária.

Por sua vez, o Decreto n. 5741/2006, apesar de repetir tais atores nos incisos I, II, III e IV, do §1º do art. 1º, limita-se a atribuir-lhes obrigações, excluindo os atores dos incisos II, III e IV das três instâncias que, segundo o seu art. 9º, executam as atividades do Suasa. Percebe-se, portanto, que as instâncias previstas pelo Suasa são, na verdade, uma parte do sistema de interesse, e que estas instâncias se

referem meramente à estrutura de regulação e controle.

Isto posto, da forma como expressam a Lei n. 8.171/1991 e o Decreto n. 5.741/2006, o produtor rural, parte crucial do sistema sanidade vegetal, não é reconhecido um de seus agentes. Por conseguinte, também não foram devidamente contemplamos os profissionais de campo, como os pragueiros, os técnicos em agropecuária e os engenheiros agrônomos que atuam nas unidades de produção e *packing-houses*. Por este prisma, o sistema de interesse sanidade vegetal tem maior amplitude que o Suasa, pois além da estrutura de controle, considera os entes que executam propriamente as medidas fitossanitárias.

Com base nos critérios e características expostas, conforme se vê na figura 3, o sistema de interesse sanidade vegetal foi desdobrado em seis outros sistemas viáveis, ou níveis recursivos:

a. Nível 1: o DSV, com todas as atribuições técnicas e administrativas relacionadas à sanidade vegetal.

b. Nível 2: os programas de controle e erradicação de pragas, os programas de exportação, e a Coordenação-Geral do Vigiagro (CG-Vigiagro). Embora a CG-Vigiagro não esteja vinculada hierarquicamente ao DSV ela o está tecnicamente vinculada ao DSV nos temas atinentes à Sanidade Vegetal.

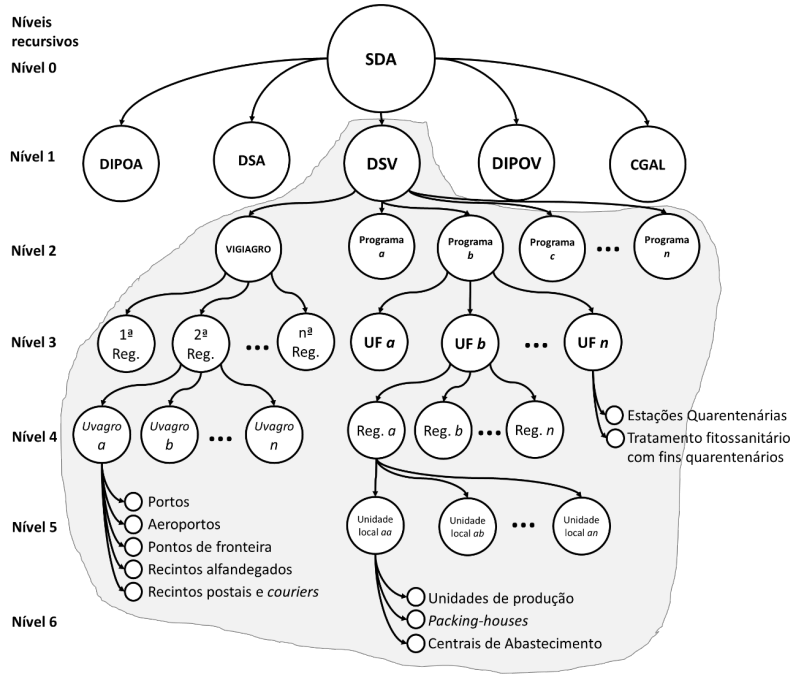
c. Nível 3: as unidades de sanidade vegetal vinculadas às SFAs; as regiões do Vigiagro; e a direção e coordenações técnicas dos OEDSVs.

d. Nível 4: as unidades locais do Vigiagro, as Unidades Técnicas Regionais Agropecuárias (UTRAs), as gerências ou delegacias regionais dos OESDVs.

e. Nível 5: os escritórios locais dos OEDSVs.

f. Nível 6: todos os estabelecimentos que aplicam alguma medida sanitária sob a égide da sanidade vegetal ou estão sujeitas à fiscalização estadual ou federal.

Figura 3 – Desdobramento da complexidade do sistema de interesse sanidade vegetal, evidenciando os cinco níveis recursivos sob a perspectiva do VSM.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Operações

O componente operacional do sistema de interesse, denominado de *Sistema 1 - Operações*, é a parte do sistema viável responsável efetivamente em produzir e entregar os bens e serviços que a organização produz. Beer (1985, p. 127) afirma que *o propósito de um sistema é o que ele faz e o que o sistema viável faz é feito pelo Sistema 1*. Assim, o Sistema 1 é o único componente de um sistema viável que apresenta a característica da viabilidade em si mesmo, ao contrário dos outros sistemas que, apesar de não serem por si mesmos viáveis, ajudam a compor o sistema viável (PÉREZ RÍOS, 2008, p. 32-34).

O Sistema 1 é constituído por uma ou várias unidades, denominadas *unidades operacionais elementares*. Cada unidade operacional elementar é, portanto, um sistema viável em si, pois apresenta autonomia. A unidade operacional elementar é formada pelos elementos básicos *operação; gestão local*, responsável por administrar a operação da unidade operacional elementar e de se relacionar com o Sistema 3 – Gestão operacional; e a *coordenação local*, que, além de ser a referência para a unidade operacional elementar quanto aos padrões e normas de condução

das operações, se relaciona com o Sistema 2 – Coordenação.

Sendo assim, basicamente, as operações realizadas pelo presente sistema de interesse se resumem à aplicação de medidas fitossanitárias. Estas medidas são realizadas pelos estabelecimentos agropecuários, *packing-houses*, estações quarentenárias, empresas credenciadas para o tratamento fitossanitário com fins quarentenários, diretamente ou sob supervisão de responsável técnico habilitado. Algumas destas medidas são aplicadas pelos agentes do OEDSV, ou ainda pelos auditores-fiscais do Mapa. São exemplos de medidas sanitárias:

a. Uma prática agrícola *v. g*. poda, manejo de plantas daninhas, adubação, aplicação de agrotóxicos;
b. Monitoramento de população de praga *v.g*. inspeção de campo, inspeção de armadilhas;
c. Manejo de pós-colheita *v. g.* inspeção de frutos, lavagem, seleção, aplicação de frio;
d. Levantamentos fitossanitários de detecção, delimitação e monitoramento, realizados diretamente ou sob supervisão fiscalização estadual ou federal;
e. Quarentena vegetal;
f. Inspeção de mercadorias e embalagens de madeira com destino à exportação ou importação.

Coordenação

Denominado de *Sistema 2 – Coordenação*, é o sistema que busca evitar a existência de conflitos entre as unidades operacionais elementares, que formam o Sistema 1 – Operações. Busca amplificar a capacidade de autorregulação e atenuar as oscilações entre as unidades operacionais, coordenando as atividades por meio do fluxo de informação e comunicação e possibilitando que as unidades operacionais elementares trabalhem em harmonia (SCHWANINGER, 2009, p. 84).

Além disso, o Sistema 2 – Coordenação tem por objetivo filtrar e repassar as informações relevantes e provenientes das unidades operacionais elementares que formam o Sistema 1 – Operações para o Sistema 3 – Gestão operacional (PÉREZ RÍOS, 2008, p. 36). Sistemas de acompanhamento de metas, em que a unidade operacional alimenta as ações realizadas naquela unidade operacional elementar

se enquadram nesta função. Como exemplos de Sistemas 2 – Coordenação em uma organização, podem ser citados os seus sistemas de informação, o planejamento de metas, a existência de procedimentos operacionais padrão, ou qualquer norma ou instrução que tenha por finalidade orientar a operação em si.

Em uma situação de emergência, uma determinada unidade operacional elementar buscará agir da melhor maneira possível, porém de acordo com seus próprios interesses, suas próprias condições e se baseando em informações locais. Podemos citar, como exemplo, uma ação de levantamento fitossanitário de detecção de uma praga. Por não haver uma padronização clara, determinada unidade operacional elementar acaba por fazê-la fora do período indicado pela pesquisa, em descompasso com as unidades operacionais vizinhas. A praga acabou não sendo identificada a tempo e dispersou-se de maneira a impossibilitar sua erradicação.

Desta forma, as Instruções Normativas emitidas pelo Mapa, SDA, DSV, assim como pelos OEDSVs apresentam esse caráter de orientar o proceder, pois acabam por formalizar os fluxos operacionais e de informação, ou seja, de que forma a informação absorvida transita pelo sistema de interesse. Formulários, independente da mídia, se papel, ou eletrônico, também são componentes do Sistema 2 – Coordenação. Da mesma maneira, os sistemas de informação são importantes ferramentas para que o Sistema 2 – Coordenação realize o seu propósito, pois automatiza os processos e fluxos de informação entre os componentes da organização.

Os problemas relacionados ao Sistema 2 – Coordenação dizem respeito a sua incapacidade de conseguir fazer as unidades operacionais trabalharem de maneira harmônica. A ausência de padronização e harmonização de procedimentos e formulários, uma grande variedade de canais de comunicação, que acaba multiplicando a informação que chega ao Sistema 3 – Gestão operacional, ou até mesmo a utilização equivocada de sistemas informatizados, são exemplos das dificuldades que podem sofrer o Sistema 2 – Coordenação.

No que se refere ao fluxo de comunicação, o Serviço Público Federal teve alguns ganhos efetivos relacionados a sistemas informatizados, dentre eles o Sistema Eletrônico de Informações (SEI). O SEI foi desenvolvido pelo Tribunal Regional Federal da 4ª Região (TRF4) e, em 2016, foi instituído como sistema oficial de gestão de processos e documentos eletrônicos no âmbito do Mapa. O sistema gerencia uma significativa parte da documentação gerada pelos servidores, possibilitando a transmissão em tempo real de documentos e processos administrativos entre as unidades administrativas.

No entanto, no âmbito do sistema de interesse, o SEI vem sendo utilizado somente pelo Mapa. Embora alguns Estados vem institucionalizando ferramentas

de gestão documental, não se vê uma preocupação, pelo menos em curto e médio prazo, para que esses fluxos de informação ocorram sem percalços. Enquanto isso não ocorre, a troca de informação entre DSV e OEDSV vem ocorrendo ainda por meio de papel, ou ainda por *e-mail*, ferramenta sujeita a diversos problemas de controle.

Gestão operacional

A gestão operacional do sistema viável (*Sistema 3*), é responsável pela gestão das unidades operacionais elementares, com vistas a buscar um funcionamento harmônico e ininterrupto, de maneira a explorar as sinergias entre elas. O Sistema 3 – Gestão operacional tem por função gerenciar a execução das atividades técnicas da organização, preocupando-se com a situação presente, o dia a dia, e por isso, é também denominado de *aqui e agora*. Diversas podem ser as atribuições deste sistema, sempre relacionados à gestão operacional: gestão técnica, financeira, orçamentária, de recursos humanos e de tecnologia de informação e comunicação. Destaca-se, portanto, a amplitude de atribuições, tanto técnicas como de apoio ou administrativas, que, com o suporte dos Sistemas 2 – Coordenação e 3* - Auditoria, são desempenhadas pelo Sistema 3 – Gestão operacional.

Para que possa pôr em prática suas atribuições, o Sistema 3 – Gestão operacional deve estabelecer objetivos claros e mensuráveis a serem cumpridos pelas unidades operacionais elementares, além de negociar os recursos necessários à sua execução. Deixa-se claro que os compromissos entre Sistema 3 – Gestão operacional e Sistema 1 – Operações são negociados, e não impostos.

Para o sistema de interesse sanidade vegetal, percebe-se a presença do Sistema 3 nos diversos níveis recursivos:

a. Nível 1: A Coordenação-Geral de Proteção de Plantas (CGPP) e a Coordenação-Geral de Fiscalização Fitossanitária Internacional (CGFC), em Brasília.
b. Nível 2: as coordenações dos programas de controle e erradicação de pragas, os programas de exportação e a CG-Vigiagro.
c. Nível 3: as regionais do Vigiagro, as unidades de sanidade vegetal, e unidades administrativas das SFAs, assim como as coordenações técnicas e administrativas no âmbito dos OEDSVs.

d. Nível 4: as unidades locais do Vigiagro, as Utras e as coordenações ou delegacias regionais dos OEDSVs.

e. Nível 5: As chefias dos escritórios locais dos OEDSVs.

f. Nível 6: A administração das estações quarentenárias, das empresas de tratamento fitossanitário com fins quarentenários, dos *packing-houses*, dos estabelecimentos agropecuários, e dos recintos fiscalizados pelo Vigiagro. O próprio produtor rural, no caso de uma pequena propriedade ou a administração de uma empresa agrícola ou de uma agroindústria.

São também funções do Sistema 3 – Gestão operacional, se relacionar com o Sistema 4 – Gestão estratégica e informá-lo sobre as possibilidades reais de modificações na organização, bem como promover mudanças no Sistema 1 - Operações, com vistas a manter a viabilidade da organização.

Auditoria e Fiscalização

Como foi apresentado, no desdobramento do sistema de interesse em níveis recursivos, os profissionais que atuam na fiscalização e auditoria, tanto no âmbito estadual como federal, não atuam exclusivamente nas operações do sistema. As atividades dos fiscais e auditores-fiscais acabam por permear todas as funções e níveis recursivos do sistema de interesse. Como a denominação das carreiras indica, eles agem, prioritariamente em verificar se as medidas fitossanitárias definidas na regulamentação estão sendo de fato cumpridas, realizam levantamentos fitossanitários, certificam, habilitam, credenciam, fiscalizam, auditam e aplicam medidas de caráter corretivo e punitivo. Em outras palavras, cabe aos fiscais e auditores-fiscais verificar o cumprimento dos comandos existentes em todo o corpus normativo da sanidade agropecuária.

Para o VSM, a auditoria é denominada de *Sistema 3**. É um sistema de apoio ao Sistema 3 – Gestão operacional e tem por função verificar o andamento das atividades executadas pelas unidades operacionais elementares por meio da realização de auditorias e atividades de monitoramento não regulares. Para Hoverstadt (2008, p. 32), o Sistema 3* - Auditoria apresenta uma dupla função: permitir aos gestores saber o que realmente está acontecendo no Sistema 1 - Operações e permitir aos atores que ajudam a formar o Sistema 1 saber que os gestores estão a par dos problemas existentes.

Para o sistema de interesse sanidade vegetal, percebe-se a presença do Sistema 3* - Auditoria nos diversos níveis recursivos:

a. Nível 1 e 2: quando ocorre, é realizado por auditores-fiscais.
b. Nível 3: pode ser formado por auditores-fiscais das unidades locais do Vigiagro que auditam colegas de outras unidades locais e auditores-fiscais das unidades de sanidade vegetal das SFAs supervisionam os programas oficiais executados pelos OEDSV ou ainda, acompanham o cumprimento das metas de convênios de cooperação técnica celebrados entre Mapa e agências de defesa agropecuária.
c. Nível 4: quando ocorrem, as coordenações regionais dos OEDSV acompanham a execução das atividades por seus escritórios locais.
d. Nível 5: fiscais estaduais fiscalizam o cumprimento das medidas pelos produtores rurais, empresas da agroindústria, responsáveis técnicos etc.
e. Nível 6: Controle interno no âmbito dos estabelecimentos agropecuários, *packing-houses* etc

Para compreendermos o papel da Fiscalização e Auditoria no presente sistema de interesse, não devemos vê-los como executores das atividades de sanidade vegetal, e sim, como o elemento do sistema viável que verifica o cumprimento daquilo que as unidades operacionais elementares do Sistema 1 se propõe a executar. Quanto ao Sistema 3* - Auditoria, percebe-se que este se resume somente às atividades de fiscalização realizados pelo OEDSV e as auditorias e acompanhamentos de convênio realizados pelos auditores-fiscais.

Gestão estratégica

O Brasil é hoje, um dos principais atores do agronegócio mundial, o que torna a cadeia uma das bases para a economia do país, tendo contribuído com 21,4% do PIB brasileiro em 2019 (CEPEA, 2020). Além disso, em virtude das suas características, como ampla diversidade de solos, de relevo e de climas, e ainda com uma grande parcela do seu território agricultável, o Brasil apresenta um enorme potencial para cultivo de espécies de interesse econômico. Além disso, a grandiosa diversidade ambiental, reconhecidamente uma das maiores do mundo, deve

ser vista não como um obstáculo à agricultura, e sim, como uma oportunidade, uma inesgotável fonte de material genético, de espécies com potenciais pouco conhecidos ou pouco valorizados, que poderão se tornar opções interessantes para o futuro da agricultura.

Em contrapartida, há diversas evidências que ligam o crescimento econômico de um País com o aumento de invasões biológicas (HULME, 2009 p.12). Concomitantemente aos avanços apresentados no comércio internacional decorrentes da globalização, pragas de vegetais passaram a dispersar-se por meio do crescente fluxo de mercadorias, causando grandes impactos de ordem econômica, social e ambiental.

Neste sentido, o ingresso e o estabelecimento de novas pragas não devem ser tidos apenas como uma preocupação para a viabilidade da agricultura, e sim para a própria conservação dos recursos naturais, assim como da manutenção da população dependente destes recursos. Faz-se necessário, portanto, que esse potencial, seja devidamente protegido, evitando o ingresso e o estabelecimento de pragas, para que, no futuro, possa ser efetivamente aproveitado em benefício das gerações subsequentes.

Sendo assim, apesar de sua reconhecida capacidade em produzir alimentos e do seu potencial, o Brasil enfrenta dificuldades em proteger suas fronteiras quanto ao ingresso de novas pragas de potencial dano econômico. Portanto, faz-se necessário compreender essa realidade presente e o potencial agrícola do país, aplicando medidas coerentes, adequadas, em sintonia com as necessidades e que não se restrinjam somente ao hoje, ao agora, ao curto prazo, mas sim com perspectiva de longo prazo.

Neste sentido, um dos requisitos para que uma organização seja considerada viável é possuir uma estrutura devidamente preparada para perceber a realidade externa da organização e, da mesma forma, ter condições de propor adequações à estrutura interna, com vistas a prover adaptação do sistema de interesse. Deste modo, compreender o ambiente em que se insere o sistema de interesse, identificar as ameaças vindouras, as oportunidades disponíveis, e a partir deste ponto, propor melhorias ao funcionamento da organização. Sob a perspectiva do VSM, esta é a função do Sistema 4 – Gestão estratégica, também denominado de *exterior e futuro*, que possui, por propósito integrar a organização com o ambiente externo, realizando a prospecção de informações de caráter estratégico. Sendo assim, o Sistema 4 – Gestão estratégica exercita sua função a partir de três fontes de informação (PÉREZ RÍOS, 2008, p. 48):

a. Ambiente passado, por meio da análise de dados históricos;

b. Ambiente presente, estar atento a mudanças repentinas no ambiente, como a mudança de alguma lei, o surgimento de uma nova praga;

c. Ambiente futuro: mudanças previstas e não previstas, por meio da realização de estudos prospectivos, análises conjunturais e definindo planos alternativos, caso algo diferente daquilo que era mais esperado ocorra.

Cada estrutura recursiva de um sistema viável possui o seu próprio Sistema 4 – Gestão estratégica, que deve estar acoplado com o Sistema 4 do sistema viável do nível recursivo superior, da mesma maneira que acoplado com os Sistemas 4 das unidades inferiores. No caso do sistema de interesse sanidade vegetal, um exemplo bem interessante e que cabe perfeitamente no Sistema 4 é a análise de risco de pragas (ARP), um procedimento técnico realizado por auditores-fiscais do Mapa, que tem como objetivo, identificar, com base em evidências científicas, pragas e/ou vias de ingresso de interesse quarentenário. Durante o processo são avaliados os riscos de entrada, estabelecimento e disseminação de pragas, bem como seus potenciais impactos econômicos e ambientais. A ARP busca, ainda, definir as medidas fitossanitárias necessárias à redução dos riscos previamente identificados (FAO, 2019). No entanto, em função da profundidade do estudo necessário para a sua realização, a escassez de pessoal dificulta a realização de análises de risco de praga na celeridade necessária para o bom desenvolvimento da agricultura nacional.

A pesquisa agropecuária é outro elemento intrinsecamente relacionado com o Sistema 4 – Gestão estratégica. É por meio da pesquisa agropecuária, realizado pela Embrapa, empresa vinculada ao Mapa, universidades e institutos de pesquisa agropecuária dos Estados, que se gera informação relevante para subsidiar a tomada de decisão.

Outro exemplo foi o trabalho realizado pelo DSV e Embrapa para priorização das pragas quarentenárias ausentes (FIDELIS et al, 2018). Este trabalho buscou definir, com critérios de risco, quais as pragas ausentes com maior potencial para impactar a produção agrícola nacional. Como resultado da análise, foram priorizadas 20 pragas, permitindo com que o DSV definisse as estratégias mais adequadas às reais necessidades da agricultura nacional.

Embora exista uma previsão normativa para a realização de pesquisa científica relacionada ao registro da presença de novas pragas no território nacional, não é incomum a publicação dos comumente denominados *first reports*, sem o

consentimento do DSV. Essa ação, envolta no desconhecimento normativo por parte dos pesquisadores, pode implicar em consequências negativas à credibilidade do sistema, com impacto na credibilidade institucional da ONPF brasileira perante as demais ONPFs. É mais uma demonstração das dificuldades pelas quais passa o Sistema 4 – Gestão estratégica da sanidade vegetal.

A realização do planejamento estratégico é outro importante componente para um Sistema 4. Como afirma Oliveira (2005), o planejamento estratégico é um processo que busca direcionar o melhor caminho que a organização deve seguir, possibilitando à organização atuar de forma inovadora e diferenciada. Portanto, o planejamento estratégico, com a definição de missão, visão e objetivos estratégicos é conduzido pelos Sistemas 4 dos sistemas viáveis da organização com a participação de representantes dos outros sistemas. Um dos requisitos para um bom planejamento estratégico está no fato de ele conseguir atingir a todos os atores de uma organização e possuir um horizonte adequado à necessidade.

O plano estratégico que acaba em uma gaveta, ou no máximo, em um cartaz na parede não apresenta qualquer efetividade. Para Schwaninger (2009), o planejamento não deve ser realizado somente no nível mais alto da organização, e sim em cada uma das suas unidades, desde que estas unidades sejam concebidas e compreendidas como sistemas viáveis. Portanto, o plano estratégico deve ser compartilhado de maneira que todos os envolvidos compreendam o seu papel para o cumprimento do plano.

Ademais, muito embora o Mapa possua um planejamento setorial, como toda organização pública, ele é baseado em gestão de orçamento e, portanto, não é suficientemente adequado às reais necessidades da sanidade vegetal. Isto posto, a ausência de planejamento estratégico setorial para a sanidade vegetal, implica em uma dificuldade de alinhamento ao plano estratégico do Mapa. Da mesma forma, o planejamento estratégico do próprio Mapa com um horizonte de planejamento muito breve não é adequado para a realidade da sanidade vegetal. Outrossim, as agências de defesa agropecuária nas UFs deveriam ser encorajadas a realizar seus planejamentos estratégicos de maneira a fortalecer o relacionamento com o DSV.

Sob a perspectiva do VSM, percebe-se que os Sistemas 4 do sistema de interesse sanidade vegetal não estão suficientemente estruturados. Ou seja, não possuem a estrutura necessária para absorver a complexidade reinante no ambiente, e não entregam informação relevante para a tomada de decisão por parte da alta direção.

Gestão política

Faz-se necessário compreender que a tomada de decisão deve estar fundamentada em informação relevante. O poder de decisão não se restringe somente ao *topo* da escada hierárquica, mas sim, é distribuída nos vários níveis recursivos da organização, caracterizando, portanto, uma condição de autonomia. Esta concepção, de possibilitar a tomada de decisão no âmbito de cada nível recursivo, permite com que somente problemas relevantes subam à alta direção.

A direção é representada pelo *Sistema 5 – Gestão política* e, assim, é a máxima autoridade de um sistema viável, que pode ser percebido nas organizações como a diretoria, o conselho de acionistas em uma empresa de capital aberto, ou ainda, o ministro para um ministério. O código de ética é um componente importante que forma o Sistema 5 – Gestão política de uma empresa. A constituição de uma país, por sua vez, é um componente do Sistema 5 de uma nação.

O Sistema 5 – Gestão política, no entanto, não deve se pautar por decisões autocráticas, e sim, tem por função garantir que haja um ambiente interno para debate e que possibilite a definição dos valores e propósitos da organização (HOVERSTADT, 2008, p. 36), buscando equilibrar a relação entre o Sistema 3 – Gestão operacional e o Sistema 4 – Gestão estratégica, ou seja, o presente com o futuro, as perspectivas internas com as externas. Caso não haja consenso, o Sistema 5 pode interferir, pois cabe ao Sistema 5 absorver a complexidade que os outros sistemas não absorveram (PÉREZ RÍOS, 2008, p. 52), e, por isso, é importante que seja dada autonomia para os Sistemas descritos anteriormente de maneira a não sobrecarregar o Sistema 5. Uma estrutura organizacional que não atenua eficazmente a complexidade em seus níveis recursivos inferiores acaba por inundar o Sistema 5 de problemas obrigando-o a filtrar quais dos problemas serão resolvidos e quais serão ignorados.

Para o sistema de interesse sanidade vegetal, se percebe a presença do Sistema 5 - Gestão Política nos diversos níveis recursivos:

a. Nível 1: como decisores, o Diretor do DSV, o Secretário da SDA, e, em última análise, o Ministro da Agricultura. Como base normativa, a CIPV, o Decreto n. 24.114/1934 e a Lei n. 8.171/1991, plano e mapa estratégico, POA, código de ética e conduta e demais atos oficiais que estão acima do escopo da SDA.
b. Nível 2: o Diretor do DSV e as coordenações gerais CGPP e CGFC.

c. Nível 3: o Chefe da unidade de sanidade vegetal e da Divisão de Defesa agropecuária, no âmbito das SFAs, além da Direção e a Presidência do OEDSV, e o Secretário da Agricultura; leis e decretos estaduais que estabelecem o mandato da agência de defesa agropecuária.

d. Nível 4: as coordenações regionais.

e. Nível 5: a chefia do escritório local.

f. Nível 6: o próprio produtor rural, no caso de uma pequena propriedade ou a Administração de uma empresa agrícola ou de uma agroindústria.

Chama a atenção, por não existir uma identidade própria e bem estabelecida para a sanidade vegetal, o tempo demandado por uma nova equipe ministerial a cada troca de governo, para que possa se situar e compreender a realidade. Com frequência, não havendo uma estratégia de Estado bem estruturada, surge a necessidade de rever a forma de gestão. No entanto, esta discussão sobre os rumos da sanidade vegetal acaba sendo rasa, restringindo-se a ajustes no organograma e a elaboração de um novo planejamento estratégico com perspectiva de futuro para até cinco anos ou ao final do governo, que, embora seja de grande importância para a gestão, não está conectado com as unidades responsáveis pela operação do sistema.

Sem haver uma diretriz clara, cada gestão acaba, portanto, partindo do zero. Da mesma forma que sistemas viáveis de níveis recursivos inferiores sem uma linha de trabalho clara, acabam por tomar suas próprias decisões, a despeito daquelas emanadas do sistema superior. Alega-se muitas vezes que o pacto federativo seja a causa desta dificuldade. No entanto, percebe-se que, historicamente, não se observa um esforço da alta direção em prover melhorias para esta relação.

Aspectos disruptivos no sistema de interesse

Conflitos de interesse

As abordagens sistêmicas permitem um olhar diferente sobre a realidade complexa, oferecendo melhores condições para compreender situações-problemas e assim, possibilitar intervir na busca de ajustes com vistas a melhoria. Como os conflitos de interesses são inerentes à vida em sociedade, tem-se a necessidade de equilibrar tais interesses em prol de um objetivo em comum, transformando divergências em sinergias.

Como dito na seção anterior, o Sistema 5 – Gestão política de um sistema viável tem por função proporcionar um ambiente de debate e construção entre a perspectiva do *exterior e futuro* (Sistema 4 – Gestão estratégica) e o *aqui e agora* (Sistema 3 – Gestão operacional). É frequente partir do pressuposto que o ente privado age sempre em defesa de seus interesses individuais, ao passo que a Administração age em prol de toda a sociedade (DI PIETRO, 2014, p. 65-66), o que torna evidente o conflito entre os interesses privados e coletivos. Sob a perspectiva do VSM, este antagonismo pode ser percebido entre aqueles que executam as atividades (Sistema 1) e aqueles que desejam melhorar o controle (Sistema 3), ou ainda, avançar na regulação (Sistema 4) representados aqui pela Administração pública.

Na atual realidade, percebe-se de maneira clara um antagonismo entre os diversos envolvidos no sistema de interesse sanidade vegetal. Com relação ao produtor rural, incluindo a produção de insumos e a agroindústria, observa-se que o interesse predominante é produzir mais com menores custos. Presume-se, portanto, ser o agente da cadeia produtiva mais interessado pela introdução de inovações tecnológicas que favoreçam ganhos no âmbito da produção. Tais inovações, na maioria das vezes são benéficas para a cadeia produtiva e para toda sociedade, aliando o interesse do Estado em garantir a sanidade das culturas vegetais existentes em território nacional à necessidade de maximização de lucro inerente ao indivíduo. Contudo, este senso de inovação geralmente é simplista, ignorando os riscos sanitários, indo diametralmente contra a viabilidade do sistema de interesse, e, portanto, podendo acarretar prejuízos para o agronegócio ou até mesmo para toda a sociedade, gerando impactos em todo o país. Esta característica fica evidente quando se verifica o histórico de entrada de material propagativo de culturas que apresentam algum potencial (produtivo, comercial) ainda não conhecidas formalmente no país, sem que fossem observados os requisitos técnicos e o consequente trâmite legal para importação.

Ademais, percebe-se uma aversão, por partes dos produtores rurais e empresários, principalmente entre aqueles que estão envolvidos em cadeias produtivas mais organizadas a qualquer esforço de regulação por parte do Estado. Inclusive, é comum a existência de *lobby* junto aos legisladores e tomadores de decisão no poder executivo, no sentido de refrear, ou mesmo impedir qualquer regulação que vá de encontro com interesses individuais, demonstrando que o interesse individual acaba sobrepondo o interesse coletivo.

Os envolvidos na fiscalização, por sua vez, demonstram como grande preocupação a manutenção do *status* fitossanitário dos territórios sob fiscalização e, de uma maneira geral, tendem a ser excessivamente controladores e a "pesarem a

mão" durante a elaboração de atos infralegais, como instruções normativas. Embora o controle seja uma das obrigações da fiscalização, a criação de medidas, por vezes extremamente controladoras e burocráticas (no sentido pejorativo da palavra), acaba por extrapolar as reais necessidades do sistema de interesse sanidade vegetal, onerando desnecessariamente a produção. Medidas burocráticas não orientadas ao propósito tendem a gerar empecilhos que sobrecarregam a iniciativa privada, tornando-se por consequência, um incentivo a uma postura refratária, e por vezes, ilegal, por parte de seus fiscalizados. Diante de certas obrigações, torna-se mais fácil agir ao largo da lei do que tentar segui-la. Entende-se que este seja um dos motivos pela aversão à regulação por parte dos fiscalizados.

O fiel desta balança consiste na busca pela potencialização do bem particular, aqui definida pela maximização de lucros do indivíduo, sem que se esqueça a primazia do bem comum (MARTINS FILHO, 2000). Neste caso, equivalente à manutenção ou melhoria do status fitossanitário existente em determinada sociedade. Em outras palavras, o bem de muitos é melhor que o bem de somente um indivíduo, e, o bem comum para os integrantes do sistema de interesse sanidade vegetal pretendem perseguir, caracterizado pela elevação do status da sanidade vegetal, só pode ser alcançado quando há efetivo comprometimento de todos os envolvidos, os quais necessariamente atingirão seu próprio bem de maneira efetiva a medida que colaborem na consecução do bem comum (MARTINS FILHO, 2000).

Falhas sistêmicas

Uma vez que os componentes dos sistemas viáveis não estejam devidamente estruturados, com acoplamentos entre os sistemas viáveis de níveis recursivos diferentes não adequados e canais de comunicação com capacidade insuficiente, o sistema fica sujeito a uma série de vulnerabilidades, as quais podemos denominar de falhas sistêmicas. Por sua vez, as falhas sistêmicas ficam caracterizadas quando o sistema de interesse não consegue cumprir com o seu propósito, ou seja, não está entregando os resultados esperados. Em outras palavras, se o sistema não está fazendo o que deveria fazer, está falhando (SCHLINDWEIN; ISON, 2020, p. 120).

De acordo com Garnett (2018 apud SCHLINDWEIN; ISON, 2020, p. 120), as falhas sistêmicas podem ser classificadas em dois tipos: i) em que uma falha pode ocorrer em uma parte do sistema de maneira a tornar todo o sistema inviável; e ii) quando partes do sistema falham, mas o sistema consegue se adaptar à condição adversa. Como exemplos destas falhas, a greve dos caminhoneiros de 2018, por

exemplo, tratou-se de uma falha do primeiro tipo, como detalham Schlindwein e Ison (2019), ou ainda a situação que estamos vivendo atualmente com a pandemia de Covid-19, que vem colapsando os sistemas de saúde da maior parte dos países e gerando impactos de grande severidade nas economias.

Para o caso em estudo, podemos compreender como falhas sistêmicas, os impactos que algumas pragas impuseram à agricultura brasileira. Como exemplos de pragas que impactaram severamente as cadeias produtivas ao ponto de inviabilizá-las, podem ser citados o mal-das-folhas-da-seringueira (*Microcyclus ulei*), no início do século XX, o bicudo-do-algodoeiro (*Anthonomus grandis*) na década de 80 nos cultivos do nordeste do país e mais recentemente a vassoura-de-bruxa (*Crinipellis perniciosa*) nos cultivos de cacaueiro no Sul da Bahia na década de 90.

Dentre os diversos canais de comunicação comuns que conectam os componentes do sistema viável entre si e o ambiente, o VSM considera a existência de um canal denominado de *canal algedônico*. Proveniente do grego *algos*, que significa dor e *hedos*, que significa prazer, este canal tem a função de transmitir sinais de alerta sob qualquer evento ou circunstância que possa pôr em risco a viabilidade da organização, ou seja, a ocorrência de falhas sistêmicas (PÉREZ RÍOS, 2008, p. 71-73).

Para o presente sistema de interesse, este canal corresponde às detecções de pragas quarentenárias ausentes ou com potencial quarentenário, nos portos, aeroportos e pontos de fronteira e no território nacional. O canal algedônico tem por função, ativar o modo emergência aumentando a capacidade de resposta, em decorrência de uma situação anormal, prevista ou imprevista, que não pode ser resolvida no âmbito local, e, para que isso ocorra, é exigida uma posição rápida e assertiva de níveis recursivos superiores.

Como exemplo bem didático sobre a importância do canal algedônico, recorda-se o histórico de introdução do cancro-europeu-das-pomáceas (*Neonectria ditissima*) nos pomares de maçã no Brasil. O fungo foi diagnosticado em 2002, no Rio Grande do Sul, introduzido por meio de mudas importadas, em uma tentativa do setor produtivo em encontrar clones de macieira que pudessem aumentar a rentabilidade do pomicultor. À época, o Mapa coordenou ações de erradicação de mudas e plantas adultas. No entanto, a erradicação não foi completa em função da subnotificação da praga por parte do setor produtivo, que baseados no pequeno impacto relatado pela doença em outros países, negligenciou os riscos do estabelecimento da praga, posto que a eliminação de novos viveiros e pomares traria prejuízos econômicos, além da perda de material genético desejado. Em 2011, constatou-se que a doença estava amplamente disseminada nos pomares gaúchos e catarinenses, locais onde

o fungo encontrou condições climáticas ideais ao seu desenvolvimento (NUNES; ALVES, 2018). Atualmente, a presença de *N. ditissima* pode acarretar na redução de até 8 anos na vida útil de um pomar; no aumento de até 120 horas/ha/ano de mão de obra empregada em tratos culturais para o controle da doença; na necessidade de 5 aplicações adicionais de fungicida a cada ciclo da cultura e na diminuição de até 15% na produtividade esperada (LAZZAROTTO, 2015).

Este tipo de ocorrência poderia ser evitado com a existência de um canal algedônico que disparasse precocemente o alerta, permitindo o acionamento do modo emergência antes que os impactos por ela causados se tornassem irreversíveis. Para o sistema de interesse sanidade vegetal, tanto os produtores rurais, como os *packing-houses*, e a pesquisa agropecuária devem ser tidos como os principais sensores do canal algedônico. A estrutura funcional das OEDSVs e Mapa, como os fiscais e auditores-fiscais, por meio de procedimentos operacionais e fluxos de informação previamente definidos formam o canal que leva a informação captada pelo sensor aos níveis recursivos superiores. A decisão, por fim, é facilitada a partir de planos de contingência bem desenhados, com equipes capacitadas e recursos disponíveis.

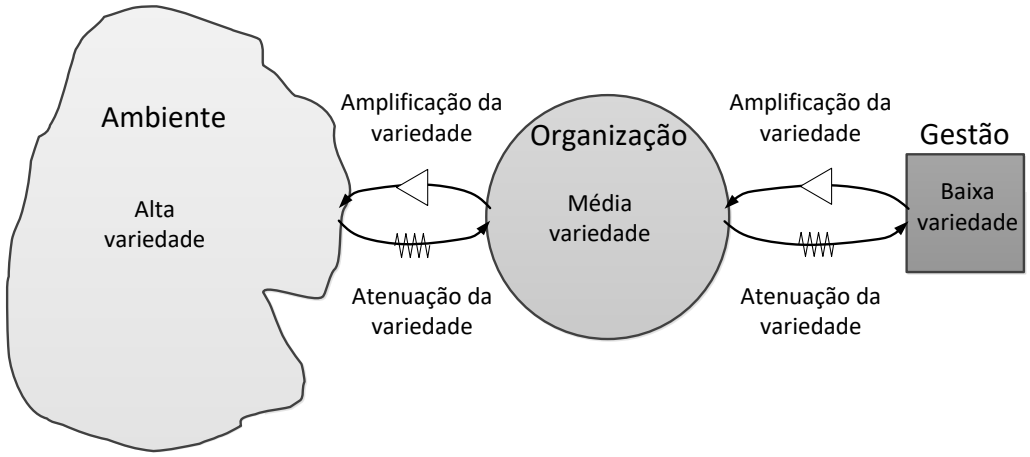
Um esforço do Mapa que se encaixa perfeitamente na concepção do canal algedônico é a criação do Sistema Nacional de Emergências Agropecuárias (Sineagro), criado por meio da Instrução Normativa Mapa n. 15/2018 (BRASIL, 2018). O Sineagro prevê a sistematização de uma estrutura que permita reagir rapidamente à uma emergência fitossanitária, definindo atribuições político-administrativas, estratégicas, táticas e operacionais, incluindo também o setor produtivo. Ademais o Governo Federal emitiu o Decreto n. 8.762/2016 que cria a Força Nacional do Sistema Unificado de Atenção a Sanidade Agropecuária (FN-Suasa), com vistas a ser essa estrutura preparada para a resposta emergencial (BRASIL, 2016). No entanto, deve-se levar em consideração que estas estruturas (BRASIL, 2016, 2018), estão em construção e ainda não são operativas.

Propostas para intervenção no sistema de interesse

De acordo com os princípios da cibernética, entende-se que a complexidade reinante em um ambiente é sempre muito alta. Cabe ao sistema imerso neste ambiente conseguir lidar com esta complexidade de maneira adequada, ou seja, deve-se buscar meios para ampliar a sua capacidade de absorção de complexidade do sistema de interesse ao mesmo tempo que se cria mecanismos para atenuar,

filtrar, a complexidade proveniente do ambiente. Esta atividade é denominada por Beer de engenharia de variedade (BEER, 1994) e é representada na figura 4. Uma boa estruturação dos sistemas, níveis recursivos e canais de comunicação do sistema de interesse implicará em melhores condições para lidar com conflitos e maior resiliência com relação a impactos decorrentes de falhas sistêmicas.

Figura 4 - Relacionamento entre organização e seu ambiente e da gestão e de sua organização vistas por meio da engenharia de variedade.



Fonte: Rizzoli (2013), adaptado a partir de Espejo e Reyes (2011).

As propostas para intervenção a seguir abordadas não são fruto de uma análise exaustiva e não têm o propósito de esgotar o tema, mas sim, convidar o leitor à uma reflexão. Em virtude de sua complexidade, por vezes não é possível perceber alguma patologia mais grave ocorrendo no sistema de interesse, ou ainda, o surgimento de uma alternativa inovadora. Isto posto, listamos alguns pontos os quais consideramos como essenciais para a compreensão do sistema, na tentativa de auxiliar a construção de melhorias:

a. Operações;
b. Canais de comunicação;
c. Regulação;
d. Gestão política.

Estruturar as operações do sistema de interesse

Os agentes envolvidos no sistema de interesse tendem a considerar os fiscais e auditores-fiscais como responsáveis diretos pelas operações. No entanto, como buscou-se evidenciar, a fiscalização e auditoria não são operações do sistema de interesse. Os reais responsáveis são os agentes da cadeia produtiva, notadamente, os estabelecimentos agropecuários, incluindo os produtores rurais, técnicos em agropecuária e engenheiros agrônomos, *packing-houses* e centrais de abastecimento. Por isso, cabe ao sistema de interesse criar estratégias que permitam inicialmente ao próprio ambiente se organizar no sentido de diminuir a complexidade a ser absorvida pelo sistema. Espejo e Reyes (2011, p. 56-57) denominam estas estratégias de autorregulação e auto-organização.

Com relação a autorregulação, encontra-se a educação em sanidade vegetal, que, embora reconhecidamente importante, é pouco empregada. A educação em sanidade vegetal é um poderoso atenuador de complexidade. Em muitas ocasiões, o indivíduo desconhece completamente a importância de agir de maneira a evitar ou de minimizar o risco, da mesma forma que se identifica o padrão de comportamento imprudente ou negligente que assume o risco. É importante para a viabilidade do sistema que o indivíduo perceba que seu sacrifício momentâneo será convertido em um bem maior para a sociedade e para si mesmo.

Com relação a auto-organização, a organização dos produtores rurais em associações ou condomínios, por exemplo, possibilitaria um melhor acesso à fiscalização e controle. A auto-organização implica, por consequência, a redução dos custos inerentes à participação no sistema, como, por exemplo, na certificação fitossanitária de origem.

Portanto, o comportamento consciente e a organização coletiva por parte dos consumidores, produtores rurais, viajantes, comerciantes, transportadores, fomentam atitudes consonantes com princípios para proteção dos vegetais, implicando em uma redução substancial na complexidade a ser absorvida pelo sistema de interesse, ou em outras palavras, no aumento da efetividade das ações de fiscalização.

Percebe-se também, do ponto de vista sistêmico, que há uma certa desorganização dos papeis dos agentes de fiscalização e auditoria. Há muita atribuição operacional distribuída pelos diferentes níveis recursivos, situação que é corroborada pelo Suasa. Um exemplo disso é o julgamento de processos administrativos de fiscalização que são julgados pelo Secretário de Defesa Agropecuário em Brasília. Embora a legislação administrativa determine nos processos administrativos o julgamento em duas instâncias e o direito à ampla defesa e ao contraditório, estas atividades claramente operacionais fazem mais sentido se mantidas em níveis

recursivos mais baixos do sistema, desonerando, portanto, os agentes envolvidos nos níveis recursivos superiores, notadamente nos Sistemas 3 – Gestão operacional, Sistema 4 – Gestão estratégica e Sistema 5 – Gestão política a dar a devida atenção às atribuições gerenciais.

Ademais, não se pode negar a grande restrição de profissionais disponíveis aos órgãos oficiais para a realização de fiscalizações e auditorias nas esferas estadual e federal. Portanto, a fim de que se utilizem ao máximo os recursos humanos pertencentes ao Mapa e aos OEDSVs, é importante que se discutam as atividades operacionais competentes a cada um dos entes do sistema, de maneira a atingir a capilaridade necessária nas atividades de fiscalização, evitando sobreposições entre as ações desenvolvidas e a subutilização de mão de obra qualificada. Desta forma, seria possível permitir aos auditores-fiscais que priorizassem a gestão operacional (Sistema 3) ou a gestão estratégica (Sistema 4), a depender do nível recursivo ao qual fizerem parte. A adequação proveniente de tal discussão poderia implicar em um importante aumento da capacidade gerencial e regulatória do sistema de interesse.

Canais de comunicação

Os canais de comunicação conectam os sistemas entre si e com o ambiente. Além disso, são responsáveis por permitir o equilíbrio (homeostase) na interação entre os componentes que se conectam (PÉREZ RÍOS, 2008, p. 62-63) e, por isso, devem ter capacidade de transmitir dados relevantes. Neste sentido, a ausência de padronização e harmonização de procedimentos e formulários, a existência de uma enormidade de documentos digitalizados que impossibilitam a compilação e análise de dados e uma grande variedade de canais de comunicação que acaba multiplicando a informação que chega ao Sistema 3 - Gestão operacional, são exemplos das dificuldades que podem sofrer o Sistema 2 - Coordenação. Para isso se faz necessário que os processos tenham seus fluxos redesenhados de maneira a tornar mais efetiva a comunicação entre produtores, OEDSV e Mapa.

Por sua vez, os canais de comunicação estabelecidos por sistemas informatizados, se usados de maneira equivocada, em vez de contribuírem para uma organização, se tornarão um grande empecilho para a sua viabilidade. Sistemas informatizados desagregados, ou seja, que não se comunicam entre si, que exijam a entrada de dados em duplicidade, mal projetados, ou que, simplesmente não atendam às necessidades para as quais foram propostos, são exemplos de problemas graves relacionados com os sistemas de informação.

Neste sentido, percebe-se a grande importância que o sistema de informação apresenta para o sistema de interesse de sanidade vegetal. Uma estrutura adequada de *hardware* e *software* e um bom desenho do sistema informatizado permitirá um ganho na gestão da complexidade, de maneira a permitir a inserção de dados padronizados somente uma vez pelos agentes que executam as operações, tornando-se imediatamente disponíveis, agrupáveis, analisáveis e auditáveis pelos níveis recursivos superiores.

A regulação

Da mesma forma que existe uma estrutura recursiva de sistemas, há também uma estrutura de regras formais ou mesmo tácitas, que proporcionam a atual estrutura do sistema de interesse. Em um alto nível está a Constituição da República Federativa do Brasil, a qual, dentre outros, estabelece as competências legislativas dos entes federativos. Em seguida, encontra-se a Convenção internacional de Proteção dos Vegetais (Decreto n. 5.759/2006), e que, pelo fato de tratar-se de uma convenção que o Brasil é signatário, apresentar um caráter supralegal, ou seja, está acima de todas as demais leis relacionadas e abaixo da Constituição. Adiante, encontram-se os atos que formam as estruturas formais e que definem o mandato de cada uma delas, assim como suas estruturas hierárquicas, funcionais, a gestão do orçamento e de recursos humanos. Por fim, o Decreto n. 24.114/1934 e a Lei n. 8.171/1991 e o Decreto n. 5.741/2006, definem o propósito do sistema de interesse. Verifica-se que estas Leis podem ser elaboradas com o apoio do próprio sistema de interesse, mas a aprovação cabe a sistemas recursivos que estão acima, como o Congresso Nacional e o Poder Executivo. Logo, estes atos estão mais relacionados ao Sistema 5 – Gestão política do nível recursivo 1 do presente sistema de interesse.

Vale salientar que a legislação fitossanitária vigente não vem demonstrando ser suficientemente adequada para a realidade dos sistemas de interesse. Interessante trazer a observação de Oliveira e Araújo (2008, p. 25), sobre a base legislativa que regula o setor agropecuário, chamando a atenção para a sua obsolescência e inadequação à realidade social. Outra consideração que merece destaque é feita por Feltrin (2018, p. 105), que observa a imediata necessidade de atualização das bases legais da sanidade vegetal, *para atender de forma satisfatória os desafios crescentes do setor agropecuário brasileiro, frente a uma estrutura governamental que, pela própria restrição fiscal, tende a não aumentar.*

Oliveira e Araújo (2008, p. 25), argumentam ainda que as políticas públicas

relacionadas à defesa agropecuária exigem um estudo crítico, à luz da realidade brasileira. Nesta análise, merecem especial destaque as Instruções Normativas emitidas no âmbito do DSV, SDA e Mapa, as quais buscam definir os procedimentos operacionais a serem seguidos pelas unidades operacionais elementares e estabelecem os canais de comunicação, por meio de fluxo de informação. Nas UFs, quando da presença de lacunas nas instruções normativas federais, a situação se repete. Para Soares e Santos (2015, p. 15), a produção normativa obedece a um fluxo normativo, com início a partir da elaboração do texto normativo, a participação de técnicos que detêm conhecimento qualificado relacionado à área de abrangência, a discussão com os interessados, até a formalização dos atos e a execução dos comandos legais.

Ciente da dificuldade em elaborar atos normativos, a SDA publicou, em 2015, a Portaria SDA n. 68, com vistas a melhorar o processo de regulamentação, no sentido de promovê-la efetivamente, minimizando os impactos não previstos sobre a sociedade. Como princípio, a regulação fitossanitária deve ser coerente, sem excessos e as penalidades devem ser um complemento às ações de educação (BRASIL, 2017).

A ausência de um plano estratégico de longo prazo, e de um Sistema 4 – Gestão estratégica não devidamente estruturado, organizado, são dois aspectos que dificultam a produção de normas com a qualidade necessária. Alguns dos atos normativos hoje obsoletos, foram elaborados há várias décadas em uma outra realidade, e, portanto, desconectados da atual necessidade. Muitos desses atos, foram ainda emitidos com viés burocratizante (no sentido pejorativo da palavra), prejudicando a eficiência do sistema de interesse.

A supremacia do interesse público deve coexistir com os direitos do cidadão, de maneira a não os suprimir. Isto posto, é desejável que ao se editar normas infralegais, seja analisada cuidadosamente sua razoabilidade e ponderada sua exequibilidade, garantindo assim a manutenção do status fitossanitário, sem que um dos interesses (público ou particular) seja completamente substituído pelo outro. Havendo choque direto entre o direito individual e o interesse coletivo, por óbvio, deve prevalecer o interesse defendido pela Administração.

Gestão política

A visão gerencial é normalmente pautada no cartesianismo e no empirismo. Considerando o que expressa o Teorema de Conant-Ashby (1970), que *todo bom*

regulador de um sistema deve ser um modelo deste sistema, aplica-se também aos gestores localizados em todos os níveis recursivos do sistema de interesse. Ou seja, a todos que de alguma forma estão imbricados no sistema de interesse, mas em especial aqueles que gerenciam as estruturas viáveis que o formam, é imperioso que se compreenda a complexidade reinante no ambiente em que o sistema de interesse está imerso.

O fato é que em decorrência de as estruturas de apoio à decisão não estarem estruturadas, não é entregue informação de relevância para possibilitar uma decisão de qualidade, de maneira a tornar a decisão muito influenciável pelas ingerências políticas e *lobby* de partes interessadas. Nesse sentido, cabe aos tomadores de decisão buscar promover mudanças que sejam viáveis e desejáveis, com vistas à eficiência no uso dos recursos públicos, pela eficácia da realização das ações de sua competência e pela procura de que estas ações sejam cada vez mais efetivas, naquilo que a sociedade necessita.

Sendo assim a sanidade vegetal deve possuir uma orientação estratégica clara, orientada ao seu propósito de *prevenir a disseminação e introdução de pragas de plantas e de produtos vegetais, bem como promover medidas apropriadas para controlá-las* (BRASIL, 2006b), proteger o status fitossanitário do país, distribuindo as responsabilidades equitativamente aos atores envolvidos. Para isso, faz-se necessária uma perspectiva de longo prazo, favorecendo aqueles que investem no agronegócio nacional.

Considerações finais

Comparado com outras técnicas administrativas e abordagens sistêmicas, o VSM é de uso pouco difundido no Brasil e no mundo. No Brasil, o VSM é conhecido apenas em alguns poucos círculos acadêmicos. Talvez, o seu uso não seja tão difundido em virtude da complexidade de sua base conceitual, o que exige um certo esforço para a sua aplicação.

Como apresentado, o VSM implica em um modelo de um sistema capaz de sobreviver e se adaptar às condições do ambiente. A falência de uma empresa é a demonstração inequívoca de que deixou de ser viável como sistema. Para o presente sistema de interesse, que se trata de uma composição de partes de instituições públicas, produtores rurais brasileiros, empresas de beneficiamento e distribuição de alimentos e pesquisa agropecuária, a inviabilidade fica demonstrada ao serem caracterizadas as grandes dificuldades, de planejamento, de operação

e de decisão existentes. Ademais, quando uma praga quarentenária ausente consegue se estabelecer no território nacional, gerando prejuízos e, eventualmente inviabilizando completamente a produção, evidencia-se de maneira inequívoca uma falha do sistema.

As críticas ao sistema de interesse aqui apresentadas têm por objetivo oferecer aos envolvidos a possibilidade de compreender o papel de cada um e demonstrar que, havendo determinados movimentos, a sanidade vegetal pode se desenvolver e cumprir o seu propósito com mais eficiência e efetividade. Talvez, o ponto-chave do sistema de interesse sanidade vegetal seja reconhecer os verdadeiros papeis dos envolvidos na sanidade vegetal, permitindo com que os principais atores neste sistema, o produtor, o fiscal, o consumidor e o Estado compreendam suas funções.

O produtor rural, a agroindústria e o comércio de produtos vegetais são os verdadeiros protagonistas para o bom funcionamento do sistema de sanidade vegetal, já que um sistema de sanidade vegetal bem estruturado os beneficia, viabiliza a agricultura, e, por consequência, abre portas para que seus produtos alcancem novos mercados. A sanidade vegetal deve, portanto, ser percebida como um meio crucial para que a as cadeias produtivas obtenham o sucesso almejado na produção, gerando renda, viabilizando economia e sociedade. Isto posto, o *status* fitossanitário é um bem que deve ser tutelado pelo Estado.

Como nos esforçamos em apresentar, o fiscal não deve ser considerado um mero operador deste sistema de interesse. Suas atribuições são verdadeiramente mais amplas, pois não se resume àquele profissional que verifica se as medidas fitossanitárias exigidas estão sendo cumpridas. Sob esta perspectiva, o fiscal deixa de ser o dono do processo.

Desta maneira, os profissionais que atuam na defesa sanitária vegetal, não devem se resumir a engenheiros agrônomos e florestais. O sistema de interesse exige um corpo técnico e administrativo multidisciplinar. Portanto, além da formação clássica em agronomia e áreas afins, os futuros profissionais dos quadros de fiscalização devem ter uma base em Direito Administrativo, Administração, tecnologia da informação. Cabe ao Mapa e às agências de defesa agropecuária criar meios para prepararem seus profissionais. Cabe ao consumidor, que a cada dia vem se tornando mais consciente sobre seus direitos, exigir por produtos de qualidade, que respeitem o ambiente e a saúde do consumidor.

Por fim, percebe-se que a relação entre União e UFs é extremamente frágil. Escassez de recursos financeiros, materiais limitados, equipes técnicas reduzidas e atos normativos de qualidade questionável geram instabilidade. Estas restrições, em vez de justificarem a manutenção do *status quo*, devem ser tidas como motivos mais

do que suficientes para que faça uma análise crítica do sistema, buscando-se promover melhorias eficientes e efetivas a fim de manter a posição de destaque do Brasil no agronegócio mundial, estimulando a geração de renda e bem-estar da sociedade.

Referências

ASHBY, William Ross. **Introdução à cibernética.** Tradução de Geraldo Gerson de Souza. São Paulo: USP, 1970. 345p. Título original: *An Introduction to Cybernetics.*

BEER, Stafford. **Diagnosing the system for organizations.** Chichester: John Wiley e Sons, 1985. 152p.

BEER, Stafford. **The heart of enterprise**. Chichester: John Wiley e Sons, 1994. 582p. (*Stafford Beer Classic Library*).

BRASIL. Decreto n. 7.556, de 16 de setembro de 1909. Crea o Serviço de Inspecção Agricola. **Diário Official:** Rio de Janeiro, p. 6857, 21 set 1909. Disponível em: https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1900-1909/decreto-7556-16-setembro-1909-526984-publicacaooriginal-1-pe.html. Acesso em: 21 maio 2020.

BRASIL. Decreto n. 7.816, de 13 de janeiro de 1910. Reune sob a mesma direcção os serviços de inspecção, estatistica e defesa agricolas e dá regulamento a estes ultimos. **Diário Official:** Rio de Janeiro, p. 733, 27 jan 1910. Disponível em: https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1910-1919/decreto-7816-13-janeiro-1910-507090-republicacao-109703-pe.html. Acesso em: 21 maio 2020.

BRASIL. **Decreto n. 24.114, de 12 de abril de 1934**. Aprova o Regulamento de Defesa Sanitária Vegetal. Rio de Janeiro: Presidência da República. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/D24114.htm. Acesso em: 20 maio 2020.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília, DF: Presidência da República, [2016]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 02 jun. 2020.

BRASIL. **Lei n. 8.171, de 17 de janeiro de 1991**. Dispõe sobre a política agrícola. Brasília, DF: Presidência da República. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L8171.htm. Acesso em: 21 maio 2020.

BRASIL. **Decreto n. 5.741, de 30 de março de 2006.** Regulamenta os arts. 27-A, 28-A e 29-A da Lei no 8.171, de 17 de janeiro de 1991, organiza o Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Decreto/D5741.htm. Acesso em: 21 maio 2020.

BRASIL. **Decreto n. 5.759, de 17 de abril de 2006.** Promulga o texto revisto da Convenção Internacional para a Proteção dos Vegetais (CIVP), aprovado na 29a Conferência da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação - FAO, em 17 de novembro de 1997. Brasília, DF: Presidência da República. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/decreto/D5759.htm. Acesso em: 20 maio 2020.

BRASIL. **Decreto n. 8.762, de 10 de maio de 2016**. Dispõe sobre a Força Nacional do Sistema Unificado de Atenção a Sanidade Agropecuária - FN-Suasa e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/decreto/D8762.htm. Acesso em: 28 maio 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Manual de boas práticas regulatórias da Secretaria de Defesa Agropecuária.** Brasília: MAPA, 2017.57p

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n. 15, de 09 de março de 2018**. Institui o Sistema Nacional de Emergências Agropecuárias - SINEAGRO, [...]. Disponível em: http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=imprimirAto&tipo=INM&numeroAto=00000015&seqAto=000&valorAno=2018&orgao=GM/MAPA&codTipo=&desItem=&desItemFim=. Acesso em: 28 maio 2020.

BUCKLAND, Paul Christoffer. The early dispersal of insect pests of stored products as indicated by archaeological records. **Journal of Stored Products Research**. v.17, n. 1. p. 1-12, Mar. 1981. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0022474X81900254. Acesso em: 22 maio 2020.

CAVALLI-SFORZA, L. Luca, FELDMAN, Marcus W. The application of molecular genetic approaches to the study of human evolution. **Nature Genetics**. *[s. l.], v*. 33, n. 3, p. 266-275, Mar. 2003. Disponível em: https://doi.org/10.1038/ng1113. Acesso em: 22 maio 2020.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA (CEPEA) E CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA AGRICULTURA E PECUÁRIA (CNA). **PIB do agronegócio brasileiro de 1996 a 2018.** Disponível em: https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx. Acesso em: 05 jun. 2020.

CONANT. Roger C.; ASHBY, William Ross. Every good regulator of a system must be a model of that system. **International Journal of the Systems Sciences**, v. 1, n. 2, 89-97p. 1970.

DI PIETRO, Maria Sylvia Zanella. **Direito Administrativo**. 27 eds. SãoPaulo: Atlas, 2014. 966 p.

EBBELS, David L. **Principles of Plant Health and Quarantine**. Wallingford: Cab, 2003, 302 p. Disponível em: https://epdf.pub/principles-of-plant-health-and-quarantine-cabi-publishing.html. Acesso em: 28 maio 2020.

ESPEJO, Raul; REYES, Alfonso. **Organizational systems:** Managing complexity with the Viable System Model. Berlin, Heidelberg: Springer, 2011. 264p.

FAO. International Plant Protection Convention. Secretariat of the International Plant Protection Convention. **International Standards for Phytosanitary Measures n. 11.** Pest risk analisys for quarantine pests [2013]. Disponível em: https://www.ippc.int/static/media/files/publication/en/2019/05/ISPM_11_2013_En_PRA_QPs_2019-04-30_PostCPM14_InkAm.pdf. Acesso em: 26 maio 2020.

FELTRIN, Érico Bernardo Ribas. A Emenda Constitucional nº 95, de 2016, e o teto dos gastos públicos na política agrícola. In: SILVA, Rafael Silveira e (org.) **30 anos da Constituição:** Evolução, desafio e perspectivas para o futuro. Vol. 4. Brasília: Senado Federal, 2018. p. 88-108. Disponível em: https://www12.senado.leg.br/publicacoes/estudos-legislativos/tipos-de-estudos/outras-publicacoes/30-anos-da-constituicao-evolucao-desafios-e-perspectivas-para-o-futuro-vol.-iv. Acesso em: 1 jun. 2020

FIDELIS, Elisângela Gomes et al (ed.). **Priorização de pragas quarentenárias ausentes no Brasil.** Brasília: Embrapa, 2018. 499 p. Disponível em: http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/196767/1/Livro-PragasPriorizadas-1ed-2018-Ainfo-ver-final-1.pdf. Acesso em: 20 maio 2020.

HOVERSTADT, Patrick. **The fractal organization**: creating sustainable organizations with the Viable System Model. Chichester: Wiley, 2008. 320p.

HULME, Phillip E. Trade, transport and trouble: managing invasive species pathways in an era of globalization. **Journal of Applied Ecology.** London, v. 46, n. 1, p. 10-18, meb. 2009. Disponível em: https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2008.01600.x. Acesso em: 04 jun. 2020.

JACKSON, Michael C. **Systems thinking:** Creative holism for managers. Chichester: Wiley, 2003. 352p.

LAZZAROTTO, Joelsio José; ALVES, Sílvio André Meirelles. **Prejuízos Econômicos e Financeiros Associados ao Cancro Europeu em Sistemas de Produção de Maçã de Vacaria, RS.** Bento Gonçalves: Embrapa, 2015. 8 p. (Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico, 169). Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/124665/1/Cot169.pdf. Acesso em: 20 maio 2020.

MARTINS FILHO, Ives Gandra da Silva. O princípio ético do bem comum e a concepção jurídica do interesse público. **Jus Navigandi**, Teresina, ano 5, n. 48, 1 dez. 2000. Disponível em: https://jus.com.br/artigos/11. Acesso em: 10 mar. 2020.

NUNES, Cláudia Cardoso e ALVES, Sílvio André Meirelles. Cancro Europeu. **Cultivar H**F, Pelotas, out. 2018. p. 29-31.

OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças de. **Planejamento estratégico**: conceitos, metodologias e práticas (22a ed.). São Paulo: Atlas, 2005.

OLIVEIRA, Mauro Márcio de; ARAÚJO, José Cordeiro de. A política agrícola como matéria constitucional. In: DANTAS, Bruno et al (orgs.). **Constituição de 1988**: O Brasil 20 anos depois. Estado e economia em 20 anos de mudanças. Brasília: Senado Federal, Instituto Legislativo Brasileiro, 2008. Disponível em: https://www12.senado.leg.br/publicacoes/estudos-legislativos/tipos-de-estudos/outras-publicacoes/volume-iv-constituicao-de-1988-o-brasil-20-anos-depois.-estado-e-economia-em-vinte-anos-de-mudancas/politica-urbana-agricola-e-fundiaria-a-politica-agricola-como-materia-constitucional. Acesso em: 1 jun. 2020.

PÉREZ RÍOS, José. **Diseño e diagnóstico de organizaciones viables**: un enfoque sistémico. Valladolid, 2008. 288p.

RIZZOLI, Alan Luiz Rizzoli. **O controle público de agrotóxicos em Santa Catarina sob a perspectiva do Modelo do Sistema Viável (VSM)**: o caso da Cidasc. 2013. 177 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, Florianópolis, 2013. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/122818. Acesso em: 30 maio 2020.

SANTINI, Alberto et al. Biogeographical patterns and determinants of invasion by forest pathogens in Europe. **New Phytologist**. Lancaster, v. 197, n. 1, p. 238-250, Jan. 2013. Disponível em: https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2012.04364.x. Acesso em: 22 maio 2020.

SANTINI, Alberto et al. Tracing the role of human civilization in the globalization of plant pathogens. **The Isme Journal: Multidisciplinary Journal of Microbial Ecology**. Wageningen, v. 12, n. 3, p. 647-652, Mar. 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1038/s41396-017-0013-9. Acesso em: 22 maio 2020.

SCHLIDWEIN, Sandro Luis. Prática sistêmica para lidar com situações de complexidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS, 1., 2005, Ribeirão Preto. **Anais [...]**. Ribeirão Preto: FEA-RP/USP, 2005. p. 1-7. Disponível em: http://legacy.unifacef.com.br/quartocbs/arquivos/22.pdf . Acesso em: 29 maio 2020.

SCHLINDWEIN, Sandro Luis; ISON, Ray. Confronting total systemic failure? The May 2018 truckers' strike in Brazil. **Systems Research and Behavioral Science**. v .37, n. 1, p. 119–127, Jan/Feb 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1002/sres.2603. Acesso em 06 jun. 2020

SCHWANINGER, Markus. **Intelligent Organizations**: Powerful models for systemic management. 2. ed. Heidelberg: Springer, 2009. 236p.

SERGIPE. **Lei n. 3.133, de 17 de dezembro de 1991**. Dispõe sobre o Sistema de saúde vegetal, incluindo ações, medidas e normas de proteção, recuperação e promoção de saúde de vegetais de interesse econômico [...]. Aracaju: Assembleia Legislativa do Estado de Sergipe [2020]. Disponível em: https://al.se.leg.br/Legislacao/Ordinaria/1991/O31131991.pdf. Acesso em: 05 jun. 2020.

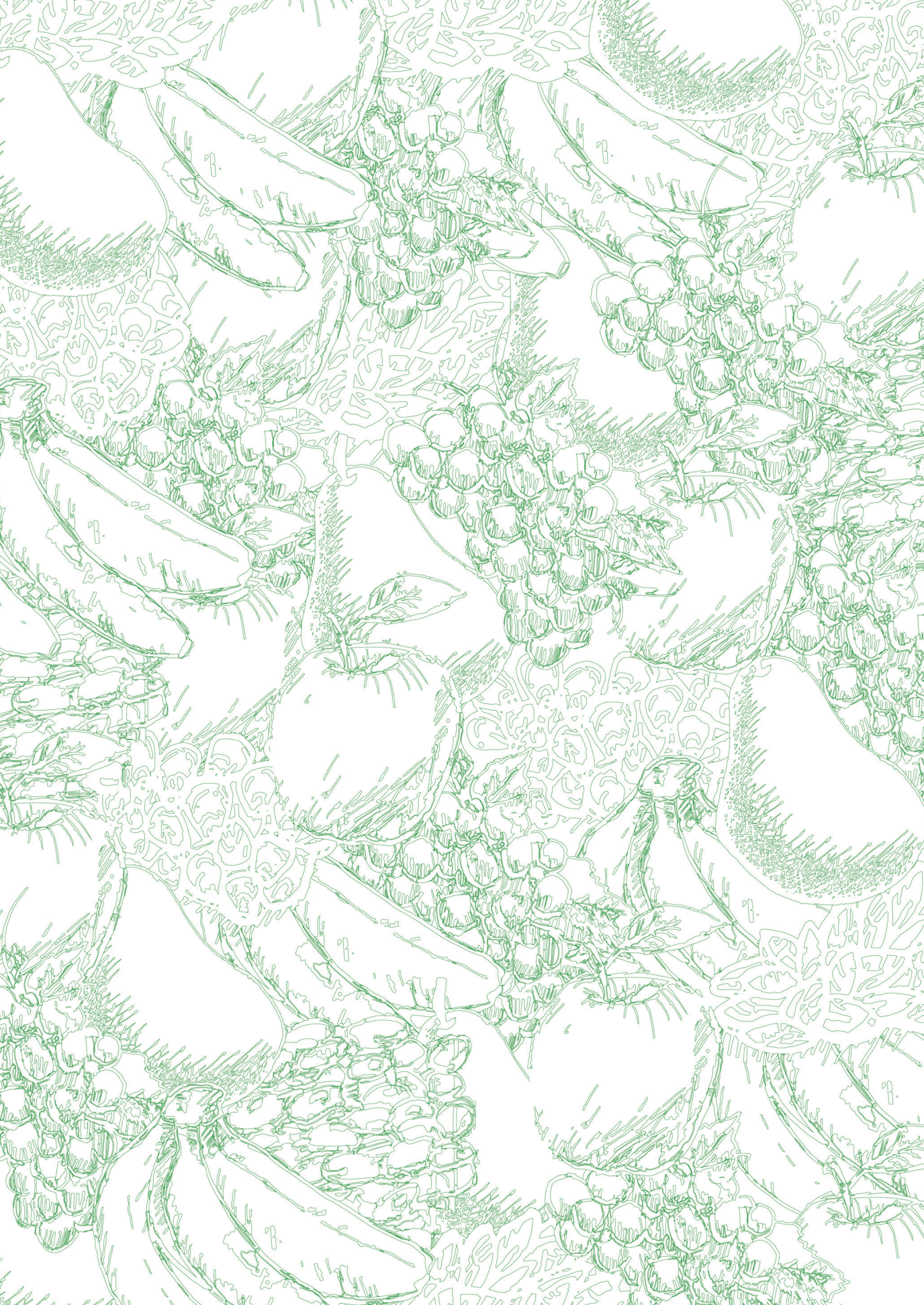
SILVA, Marcelo Lopes da et al. The role of natural and human mediated pathways for invasive agricultural pests: a historical analysis of cases from Brazil. **Agricultural Sciences**, [*s. l.*], v.5, n. 7, p.634-646, Jun. 2014. Disponível em: http://dx.doi.org/10.4236/as.2014.57067. Acesso em: 22 maio 2020.

SILVA, Marcelo Lopes da et al. Defesa Vegetal: conceitos, escopo e importância estratégica. : Conceitos, escopo e importância estratégica. In: SUGAYAMA, Regina Lúcia et al (ed.). **Defesa Vegetal**: fundamentos, ferramentas, políticas e perspectivas. Fundamentos, ferramentas, políticas e perspectivas. Belo Horizonte: SBDA, 2015. Cap. 1. p. 3-15.

SOARES, Fabiana de Menezes; SANTOS, Letícia Camilo dos. Análise do sistema normativo de defesa agropecuária. In: VILELA, Evaldo Ferreira; CALLEGARO, Geraldo M. (ed.). **Elementos de Defesa Agropecuária**: Sistema normativo, invasões biológicas, comunicação, história, risco e segurança dos alimentos, conformidade e rastreabilidade. Piracicaba: FEALQ, 2013. 271 p.

VASCONCELLOS, Maria José Esteves de. **Pensamento Sistêmico**: o novo paradigma da ciência. 9. Ed. São Paulo: Papirus, 2010. 267p.

WIENER, Norbert. **Cybernetics**: or control and communication in the animal and the machine. 2. ed. Cambridge: MIT, 1961. 212p.



Agronegócio e sanidade vegetal no Brasil sob a ótica da geopolítica e globalização – O caso da Índia

Autor

Silvio Luiz Rodrigues Testaseca

Resumo: No contexto do Ano Internacional da Sanidade Vegetal, o presente trabalho procura mostrar o Brasil como um dos principais produtores e fornecedores mundiais de commodities agrícolas, apresentando um *market share* de cerca de 7% do comércio agrícola mundial total, sendo importante notar que, em 2019, o valor total das exportações brasileiras do agronegócio chegou a 43,40% do total de produtos exportados pelo país. Considerando diversas análises de tendências econômicas, o Brasil deverá ser o mais importante fornecedor de alimentos para o mundo em alguns anos, fato que ganha maior relevância quando se consideram as previsões da Organização das Nações Unidas (2017), de aumento da população mundial para cerca de 9,8 bilhões de habitantes em 2050. Nesse contexto, diversos dados estatísticos mostram o continente asiático como o grande concentrador do aumento da demanda por alimentos, principalmente proteínas, como consequência de mudanças socioeconômicas em curso nos países da região, que tem resultado na elevação do poder aquisitivo das suas populações. Uma vez que a Ásia já representa um destino natural para as exportações brasileiras de produtos agrícolas, o presente texto pretende informar, analisar e oferecer sugestões para um melhor entendimento da realidade e das oportunidades que se apresentam ao Brasil, para que se possa fazer o melhor uso das vantagens comparativas do agronegócio brasileiro, em relação à manutenção e ao acesso aos mercados em questão para produtos agrícolas brasileiros. Cabe citar que o recorte para o subcontinente Indiano foi feito devido à percepção de que a Índia e o Brasil possuem sinergias muito importantes para serem analisadas e desenvolvidas dentro do contexto maior que é a Ásia.

Introdução

Nos últimos anos, a agropecuária brasileira tem apresentado seguidos recordes de produção, fato resultante de diversos fatores, dentre os quais podem ser citados o desenvolvimento e o domínio de tecnologias de produção em solos tropicais, que permitiram ao Brasil alcançar enormes ganhos de produtividade para o setor agropecuário brasileiro. Tais resultados têm possibilitado cada vez mais a geração de excedentes de produção, que são destinados à exportação como *commodities* agrícolas, responsáveis por seguidos superávits da balança comercial brasileira nos últimos anos.

Pretende-se discutir temas do agro brasileiro, aproveitando a experiência profissional como ex-produtor rural, e atual servidor do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), enriquecida com conhecimentos adquiridos nos cursos de *Diplomacia, Geopolítica e Globalização*, no âmbito do programa de pós-graduação em Relações Internacionais, da Universidade Federal de Santa Catarina (PPGRI/UFSC).

O mundo passa atualmente por uma *"mudança de eixo"* em direção ao oriente, região que apresenta elevados índices de crescimento – populacional e de renda, especialmente nas suas classes médias. A região já é o principal destino das exportações do agronegócio brasileiro, sendo razão primordial para o foco deste trabalho ser a Ásia e, especificamente em relação à Índia, devido a importantes sinergias que o autor entende serem válidas estudar.

Nesse contexto, cabe citar que o MAPA, por meio da Secretaria de Comércio e Relações Internacionais (SCRI), tem desenvolvido diversas ações com foco em abertura e expansão comercial para produtos do agronegócio brasileiro em diversas regiões do mundo. Atualmente o Brasil possui 25 (vinte e cinco) postos autorizados junto às representações diplomáticas localizadas no exterior, onde Adidos Agrícolas atuam junto a diversos atores dos países importadores.

Relacionado ao tema, é importante citar que, no contexto de acesso a mercados, a Sanidade Vegetal é uma área de extrema importância junto a questões de abertura comercial, diversificação de pauta, estando relacionada ao Acordo de Medidas Sanitárias e Fitossanitárias no âmbito da Organização Mundial do Comércio (Acordo SPS/OMC), representada no MAPA, pelo Departamento de Sanidade Vegetal e Insumos Agrícolas (DSV), da Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA).

Dados gerais

Brasil

A República Federativa do Brasil, situada na América do Sul, apresenta população de 209.059.188 habitantes (IBGE, 2018), sendo o país uma das principais economias do mundo e apresentou, entre 1994 e 2016, um crescimento no Produto Interno Bruno nominal (PIB) de US$ 1,32 trilhões para US$ 2,24 trilhões. Dados do Fundo Monetário Internacional (IMF, 2018) colocam o país com uma renda *per capita* de US$ 10.020,00 para o ano de 2017.

O cientista político e professor Moniz Bandeira (2010), ao apresentar dados sobre a extensão territorial do Brasil, de 7.367 quilômetros de litoral e 15.735 quilômetros de fronteira, afirmou que o país não *"(...) apresenta a ocorrência de litígios e onde destacam-se grandes áreas de terras férteis para agricultura e abundância de recursos* naturais(...)", frase bastante atual e relacionada com a expansão e a imagem internacional da agropecuária nacional.

Segundo Moraes (2017), a agropecuária brasileira responde por cerca de 25% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, apresentando crescimento contínuo desde os anos 90, quando do aumento expressivo da Produtividade Total dos Fatores de produção (PTF). Algumas das vantagens comparativas que mantém o Brasil à posição de importante *player* global na produção de alimentos são: disponibilidade de recursos naturais, domínio da tecnologia de produção em solos tropicais, competitividade do agro nacional, baixos níveis de subsídios agrícolas ao produtor, produção de bioenergia e porte e dinamismo do setor.

Contudo existem desafios a serem enfrentados para consolidar essa condição: necessidade de melhor infraestrutura de transporte e logística, ampliação da oferta de seguro rural, aumento do financiamento privado da agricultura, manutenção e melhora da produção sustentável na agricultura, **e a abertura e manutenção de novos mercados para as exportações de produtos agrícolas brasileiros** (MORAES, 2017).

As exportações brasileiras do agronegócio alcançam cerca de 200 (duzentos) países e respondem por 6,8% do total do comércio mundial (2016), sendo que o MAPA definiu como meta alcançar participação de 10% em alguns anos e, dentre ações importantes para o país alcançar a meta, somado ao maior acesso a mercados, a necessidade de diversificar a pauta e alcançar maior valor agregado nos produtos exportados (MAPA, 2017).

Segundo dados obtidos no Sistema Agrostat, MAPA (2020), o total das exportações brasileiras do agronegócio, em 2019, alcançou o US$ 96.787.883.043,00, registrando pequena queda em relação ao ano anterior, quando o total ultrapassou os US$ 100 bilhões. O setor foi responsável, nesse período, por 43,4 % do total das exportações do Brasil em 2019, que alcançaram US$ 223.998.669.052,00, de acordo com dados do *International Trade Statistics – Trade Map* (ITC).

Os principais setores produtivos que contribuíram para o resultado positivo foram: **complexo soja** (US$ 32,63 bilhões), **carnes** (US$ 16,52 bilhões), **produtos florestais** (US$ 12,90 bilhões), **complexo sucroalcooleiro** (US$ 8,25 bilhões) e **cereais, farinhas e preparações** (US$ 8,12 milhões).

No comércio agrícola mundial, de acordo com dados do *Trade Map* (2017 *apud* MAPA, 2018, slide 17), dentre os principais países exportadores de produtos agrícolas no mundo, Brasil, China, Estados Unidos da América (EUA) e União Europeia, apenas o Brasil não é também um grande importador, o que reforça a importância do país atuar também no aumento das importações de produtos agropecuários por parte do Brasil, o que viria permitir inclusive aumento dos processos agroindustriais no país, que beneficiariam toda a sociedade e levariam a balança comercial brasileira a ter ainda maior participação do agro, com produtos que poderiam apresentar maior valor agregado (MAPA, 2018).

Em relação aos mercados de destino das exportações brasileiras, a Ásia é o principal destino das exportações brasileiras, tendo apresentado um crescimento de 18,1% em 2017. É de conhecimento geral o quanto tem sido importante a participação da China no comércio bilateral com o Brasil, sendo que a sua participação na pauta de importação de produtos agrícolas brasileiros aumentou para mais de 31,0%, segundo o Sistema Agrostat (MAPA, 2020), demonstrando a importância do país e também a **alta dependência do Brasil** em relação a esse mercado de destino.

Uma das principais linhas de ação do MAPA refere-se à atuação de Adidos Agrícolas, que atuam como negociadores internacionais junto a representações diplomáticas do Brasil no exterior, sendo que hoje estão autorizados 25 (vinte e cinco) postos de adidância agrícola, assim distribuídos: África do Sul, Arábia Saudita, Argentina, Canadá, China (2 postos), Colômbia, Coréia do Sul, Egito, Estados Unidos da América, Federação da Rússia, Índia, Indonésia, Japão, Marrocos, México, Peru, Singapura, Tailândia e Vietnã, sendo que outros países possuem representação em função de sediarem organismos plurilaterais, multilaterais ou reguladores, tais como a *Food and Agriculture Organization* (FAO) em Roma, a Organização Mundial do Comércio (OMC) em Genebra, a sede da União Europeia em Bruxelas, a Organização Internacional do Café (OIC) em Londres. Como em alguns postos os Adidos Agrícolas possuem extensão para atuar em países

próximos, o Brasil está representado também em: Angola, Argélia, Armênia, Bahrein, Belarus, Bolívia, Catar, Cazaquistão, Chile, Equador, Emirados Árabes Unidos, Filipinas, Kuwait, Malásia, Myanmar, Nigéria, Omã, Paraguai, Uruguai, Quirguistão e Turquia, o que somado à possibilidade de abertura de postos na Alemanha, Austrália e França, levaria a abrangência da ação do MAPA a cerca de 50 países (BRASIL, 2017). Nesse contexto é importante citar que o Ministério das Relações Exteriores (MRE) possui uma participação de extrema importância em temas agrícolas, por meio de uma rede de 120 postos da Secretaria de Comércio Exterior (SECOM).

Índia e a região do Sul da Ásia

Em que pese ser dado neste trabalho grande importância para a Índia e a relação e potencialidades de comércio bilateral com o Brasil, poderá enriquecer a discussão a inserção de dados que ilustrem melhor o potencial de toda a região conhecida como Sul da Ásia, que poderia ser foco, no futuro, de atuação mais abrangente do MAPA a partir de base na Índia.

É importante comentar que o recorte para a Região do Sul da Ásia, é uma forma de facilitar a análise da região como destino potencial para os produtos do agronegócio brasileiro, embora tendo em conta que toda a região asiática representa atualmente um continente estratégico para a manutenção e a expansão das exportações brasileiras do agronegócio. Dessa forma, cabe dizer que região do Sul da Ásia está localizada no Continente asiático, sendo composta por oito países, que apresentam uma extensão territorial de 5.221.093 km2 (Wikipedia, 2020), e população, PIB e PIB per capita que constam da Tabela 1.

São dados expressivos, de população próxima a 2 bilhões de habitantes e Produto Interno Bruto (PIB) da ordem de US$ 3,5 bilhões, dados que colocam a região como uma das mais importantes do mundo do ponto de vista do consumo de alimentos. Segundo estimativas do IMF (2019), anterior à pandemia de COVID-19, o crescimento da região deveria subir de 6.8 % (2019) para 7.0% em 2020 em termos agregados para a região, principalmente devido aos bons resultados econômicas da Índia. A mesma fonte afirma que a dinâmica inflacionária tem sido impactada por uma inflação favorável dos alimentos e, mesmo levando-se em consideração riscos de perturbações geopolíticas, até certo ponto consideradas constantes na região, é aceito que existe uma certa estabilidade macroeconômica no Sul da Ásia.

Tabela 1 – Dados gerais sobre países da região Sul da Ásia.

PAIS	População (mil hab.)	PIB US$ bi	PIB per capita (US$)
Afghanistan	37.172,39	19,36	520,90
Bangladesh	161.356,04	274,02	1.698,30
Bhutan	754,39	2,53	3.360,30
India	**1.352,617,33**	**2.718,73**	**2.010,00**
Maldivas	515,70	5,33	10.330,60
Nepal	28.087,87	29,04	1.033,90
Pakistan	212.215,03	314,59	1.482,40
Sri Lanka	21.670,00	88,90	4.102,50
Total	**1.814.388,74**	**3.452,51**	

Fonte: World Bank (2019), adaptado pelo autor.

Na Tabela 2, notam-se valores totais (US$) e peso (kg) – das exportações do agronegócio brasileiro destinadas à região do Sul da Ásia em 2019, que totalizaram US$ 2,65 bilhões e cerca de 6,5 milhões de toneladas, segundo o Sistema Agrostat (MAPA, 2020).

Na Figura 1 são apresentados dados de valores totais exportados, relativos aos últimos 10 anos, do total de exportações do agronegócio brasileiro para a região Sul da Ásia. Pode-se notar que ocorreram aumentos constantes entre os anos de 2011 e 2017, quando o total alcançou US$ 3,65 bilhões. Há que se registrar que nos últimos 2 anos do histórico os dados mostram um recuo das exportações totais de produtos do agronegócio para aquela região.

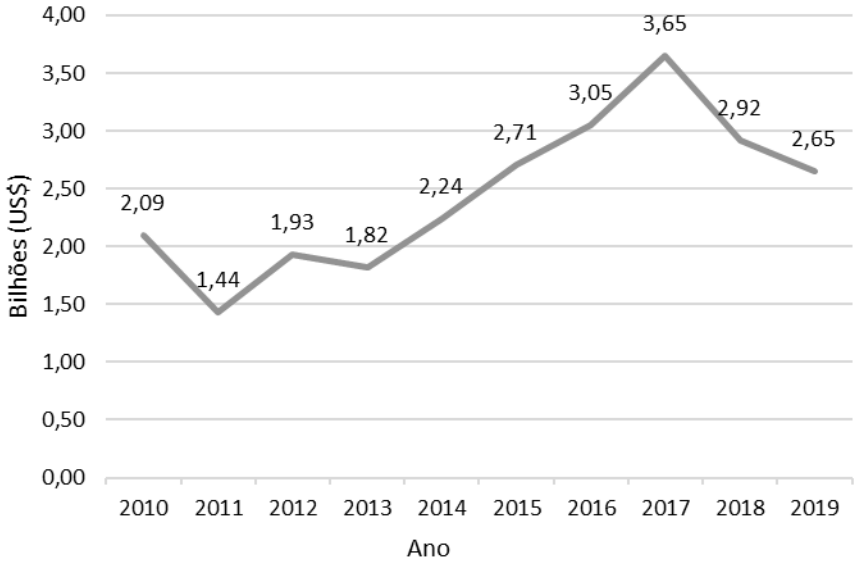
Quanto aos números do comércio do agronegócio entre Brasil e região Sul da Ásia e Índia, a balança tem sido amplamente favorável ao Brasil, sendo que o total das importações de produtos do agro foi de US$ 312.251.693,00, segundo o Agrostat (BRASIL, 2020).

Tabela 2 – Exportações agronegócio brasileiro para o Sul da Ásia, 2019.

PAIS	Valor (US$)	Peso (kg)
Afghanistan	32.273.381	20.071.890
Bangladesh	1.226.821.348	3.669.879.098
Bhutan	14.540	607
India	**838.632.200**	**1.710.650.751**
Maldivas	15.969.455	9.758.490
Nepal	1.493.746	1.804.280
Pakistan	528.100.285	995.235.390
Sri Lanka	11.635.247	4.413.385
Total	**2.654.940.202**	**6.411.813.891**

Fonte: Agrostat, MAPA (2020), adaptado pelo autor.

Figura 1 – Valores (US$ bilhões) exportados do Brasil ao Sul da Ásia



Fonte: Agrostat, MAPA (2020). Adaptado pelo autor.

Comércio bilateral Brasil – Índia

Em relação ao comércio bilateral entre Brasil e Índia, para o ano de 2019, as exportações brasileiras totais alcançaram o valor de US$ 2,76 bilhões (TRADE MAP, 2020), representando 1,24 % do total comercializado pelo Brasil com o restante do mundo. Em relação aos embarques de produtos do agronegócio, o valor total exportado foi de US$ 838,63 milhões, de acordo com o Sistema Agrostat (BRASIL, 2020), cerca de 30% do total exportado pelo Brasil para aquele destino. A Índia, quanto aos países de destino, está em 18º lugar dentre os principais mercados consumidores do Brasil, e na 22ª posição quando se trata apenas de produtos do agro.

Na Tabela 2, nota-se que as exportações brasileiras para Bangladesh, país com população muito menor que a Índia, totalizaram valor cerca de 40,0 % maior em produtos do agronegócio. Esse fato serve para demonstrar a importância de se manter o foco na Índia e na região do Sul da Ásia quando do planejamento de ações de abertura comercial.

A Índia exportou ao mercado brasileiro o total de US$ 4,26 bilhões (TRADE MAP, 2020), ficando na 7ª posição dentre os principais mercados exportadores para o Brasil. Por outro lado, em termos de produtos do agronegócio, o mercado brasileiro importou da Índia o apenas US$ 154,82 milhões, segundo o Agrostat (BRASIL, 2020), colocando a Índia na 11ª posição entre os principais países exportadores do agronegócio ao Brasil.

Os dados apresentados mostram que a balança comercial entre os países foi positiva para a Índia em cerca de US$ 1,5 bilhão, o que inverteu superavit brasileiro obtido em 2018, de US$ 246,12 milhões (BRASIL, 2020). Por outro lado, em relação à balança comercial do agronegócio, o Brasil possui forte superavit em relação à Índia.

Do valor total exportado em 2019 para a Índia, cabe citar os principais produtos componentes da pauta do agronegócio, que foram os seguintes, em ordem decrescente de participação: **complexo soja** (óleo de soja), US$ 263,10 milhões; **complexo sucroalcooleiro** (açúcar), US$ 230,26 milhões; **produtos florestais**, US$ 77,63 milhões (madeira bruta e serrada, US$ 63 milhões, e celulose e papel, US$ 14 milhões); **fibras e produtos têxteis** (algodão), US$ 67,76 milhões; **produtos diversos da indústria química, de origem vegetal** (resinas e essências), US$ 54,95 milhões; **feijões secos**, US$ 53.707.092,00, base da alimentação indiana, incluindo o feijão fradinho.

Outros produtos que também apresentaram algum destaque foram: **couros**, US$ 21 milhões; **chá, mate e especiarias**, US$ 10 milhões; **outros produtos de origem animal** (gelatinas), US$ 5,78 milhões; **frutas** (maçã), US$ 5,5 milhões; **cereais**

e farinhas, US$ 4 milhões; **fumo**, US$ 2,9 milhões; e alguns **produtos alimentícios** (leveduras), US$ 2,25 milhões. Além dos produtos citados nos dois parágrafos anteriores, destacamos que foram exportados produtos que representam mais de 20 cadeias produtivas.

Cadeias Globais de Valor (CGV)

Conceitos gerais

As CGV podem ser entendidas a partir da afirmação abaixo, onde países ou regiões desenvolvem certos aspectos da produção e não todas as fases, implicando que alguns bens de consumo de massa podem ser criados em um país como EUA e fabricados na China.

> *"(...) entidades delimitadas nacionalmente a redes de negócios fragmentadas (...) e globalmente distribuídas, consistindo em "empresas líderes" e fornecedora e prestadora de serviços — que muitas vezes operam globalmente."* (STURGEON, 2013).

De acordo com esse entendimento, considera-se que insumos básicos, primários, podem ter origem em diversas regiões ou países e os produtos finais serem comercializados tanto local ou regionalmente ou ainda exportados para diferentes mercados.

É fato que até o início dos anos 1990, o mundo encontrava-se fechado ao comércio mundial, passando a ocorrer maior abertura comercial no período pós 1989, com a entrada da China e outros países a participar mais efetivamente das trocas comerciais, muito influenciando no processo de globalização sendo que grandes economias ofereceram fontes quase inesgotáveis de trabalhadores a custo baixo, matérias-primas em quantidade e grandes mercados internos consumidores (STURGEON, 2013).

Sendo considerada uma primeira onda de economias emergentes logo se tornou profundamente envolvida com as CGV, embora o papel específico de cada país tenha sido distinto de acordo com seu grau de abertura ao comércio e ao investimento estrangeiro, suas dotações de recursos naturais, humanos e

tecnológicos e suas relações geopolíticas com os países mais poderosos do mundo e seus vizinhos mais próximos (STURGEON, 2013).

Assim, a China seria a *"fábrica do mundo"*, a Índia o *"back office"* mundial, a Rússia utilizando suas imensas reservas de recursos naturais e conhecimento científico, e o Brasil inserindo-se nesse meio com suas exportações de minerais e *commodities* agrícolas, alcançando números cada vez mais crescentes.

Oportunidades e desafios

Pode-se dizer que, na atual conjuntura mundial do século 21, já não é possível encontrar uma nação que possa controlar e capturar todos aspectos de uma indústria ou mesmo de outras atividades econômicas, fato que nos leva a refletir sobre a questão abaixo.

> *"É melhor se especializar em partes específicas e subprocessos dentro das CGV, ou será que as empresas e os países que estão totalmente integrados verticalmente apresentam melhor desempenho?* (STURGEON, 2013).

Complementando o tema, as questões abaixo seriam importantes de serem estudadas por aqueles que pretendam se inserir no âmbito das CGV.

> *"Se as especializações são admissíveis, é importante saber quais são elas? Quais são os efeitos das CGV na criação de riqueza, emprego e inovação? Que estratégias e políticas podem ajudar as indústrias nacionais a se envolverem com as CGV de maneira produtiva e sustentável? Qual é a forma que deve assumir uma política industrial eficaz, orientada para as CGV?"*. (STURGEON, 2013).

O desenvolvimento das CGV se deu de forma paralela a um período de queda das barreiras comerciais no âmbito da Organização Mundial do Comércio (OMC), e de acordos decorrentes de políticas do *"Consenso de Washington"*. Governos tiveram que desenvolver um forte conjunto de políticas *"horizontais"* (educação, infraestrutura e estabilidade macroeconômica) e de abrir suas economias ao

comércio internacional.

Podemos definir uma CGV como a representação de todas empresas e pessoas envolvidas na produção de um bem ou serviço, desde a sua concepção até o consumo final. Tal processo envolve atividades de formulação, produção, marketing, distribuição, etc. O termo CGV designa a dispersão de cadeias de valor pelo mundo, seja através da distribuição de estágios de produção de uma firma entre diversos países ou a terceirização de parte da cadeia de valor desta firma para parceiros externos.

Na Carta IEDI Ed. 578, observa-se que o movimento barateou custos e aumentou a eficiência de sistemas de produção manufatureira, sendo que os acordos de liberalização comercial tiveram importante papel, assim como inovações em tecnologia de informação, comunicações e logística. O texto afirma que o foco em *redes* reflete crescente complexidade das interações entre produtores e fornecedores (OCDE/ OMC, 2013a, p. 17, *apud* IEDI, 2013).

A queda de custos de transação decorre da remoção de tarifas alfandegárias e medidas comerciais protecionistas, mas também de medidas domésticas para aumentar a capacidade produtiva e atrair multinacionais. Assim, a **liberalização do comércio é uma das muitas medidas possíveis para se engajar nas CGV**. Aumentam exportações e importações, pois os países dependem de mais insumos importados para exportar seus bens, finais ou intermediários, para continuarem a ser processados em outros países (IEDI, 2015).

Segundo Renato Baumann (CEBRI, 2014, p. 47-51), duas regiões globais participam apenas marginalmente das CGV: África e América Latina; no caso do Brasil, essa participação seria não apenas limitada, mas predominantemente como fornecedora de matérias primas para os processos produtivos. O país não participa de forma significativa de etapas mais nobres, como a concepção ou a montagem de produtos.

O autor reflete sobre desafios da política externa brasileira, onde a internacionalização apresenta nítidas vantagens às empresas: diversificação de atividades; novas técnicas gerenciais; aumento da produtividade; impacto na cultura interna; e mudanças de escala para atender mercado global, afirmando *"Não enxergo país de dimensão continental como o nosso, mantendo-se fechado e olhando para seu próprio mercado interno!"* (CEBRI, 2014, p. 58).

Entre as sugestões colocadas pelo mesmo autor, os Acordos de Livre Comércio fora do Mercosul devem ser amplamente considerados, reforçando a ideia do entendimento de que o setor privado tem que ser o protagonista da inserção de

empresas nas CGV, sejam elas regionais ou globais, com empresários brasileiros liderando o debate (CEBRI, 2014, p. 60).

Características e relações entre o Brasil e Índia

Relatórios da OCDE e OMC posicionam o Brasil como uma das economias com menor valor adicionado estrangeiro nas suas exportações, cerca de 10%. Por outro lado, a contribuição brasileira no valor adicionado das exportações de países, indicador para frente da integração nas CGV, é a segunda maior entre aqueles em desenvolvimento, muito devido às exportações de insumos e matérias-primas.

Cabe lembrar que, mesmo com baixa participação, o Brasil não está totalmente fora das CGV e atua mais como fornecedor de insumos para empresas adicionarem valor nas CGV, fato que pode ser verificado por transformações na pauta das exportações brasileiras, que nos últimos anos têm elevado a participação de *commodities*.

Passo a discutir aspectos da relação Brasil e Índia que, segundo Lins (2017), são países que foram incorporados pelo capitalismo em diferentes períodos históricos, tendo mantido poucas relações durante o século 20. A partir do século 21, ocorre uma alteração do quadro em função de redefinição econômica e geopolítica da Índia, que levou a um pequeno aumento no comércio entre os países, mas com diferenças *"quanto à concentração e ao perfil dos produtos, justificando providências para a diversificação."*

É interessante notar que, segundo Frykenberg (1965), citado por Wallerstein (1998, p. 257 – grifo do autor), *"No ano de 1837, os britânicos já não eram meramente um poder na Índia. Eram o poder sobre a Índia"*. Ele cita que os desdobramentos foram dramáticos e o país acabou rebaixado para a categoria de colônia, comprando produtos ingleses e fornecendo matérias brutas (BRAUDEL, 1996), dominação que destruiu antigas comunidades com bases econômicas históricas, e disseminou a miséria (MARX, 1976).

De acordo com Wallerstein (1991), a Índia moderna constitui uma "invenção" do moderno sistema mundial. O autor não está sozinho nessa postulação, conforme abaixo:

> *"Com (...) magnífica antiguidade e profundidade histórica, a Índia contemporânea é (...) uma criação do mundo moderno. Todas as ações e ideias fundamentais da modernidade – expansão colonial europeia,*

> *estado, nacionalismo, democracia, desenvolvimento econômico – a moldaram."* (KHILNANI, 2007, *apud* LINS, 2017).

Segundo Lins (2017), os *"(...) vínculos econômicos impostos pelas metrópoles europeias desenharam perfil de interações (muito) pouco favorável ao relacionamento econômico entre Brasil e Índia."*, cabendo notar que, nos últimos anos, já sob o signo da globalização, a Índia tem demonstrado maior desenvoltura em projeção internacional, com alguma liberalização após décadas de políticas de substituição de importações. A afirmação abaixo reforça o citado até aqui.

> *"A Índia e países sul-asiáticos estão se conectando às cadeias regionais de valor e redes de infraestrutura. Indústrias indianas começaram a se integrar significativamente nas sofisticadas redes de produção da Ásia."* (UNCTAD, 2017: 55).

Assim, pode-se afirmar que na trajetória histórica de Brasil e Índia, foram poucas as oportunidades de relações econômicas bilaterais, e que os países nunca tiveram um comércio bilateral volumoso, representando proporção pequena das respectivas trocas globais, uma vez que seus principais interlocutores comerciais estão situados em outras regiões do globo.

Ilustrando o parágrafo anterior, temos que as exportações indianas em 2015 tomaram a direção principal de três países: Estados Unidos, Emirados Árabes Unidos e China. O mesmo se observa nas importações, com China, Arábia Saudita e Emirados Árabes Unidos; já em relação ao Brasil, os principais destinos foram China, Estados Unidos e Argentina.

A Índia, que possui cerca de 18% da população mundial, tem buscado maior abertura externa desde as reformas dos anos 1980 (alteração da estrutura de planejamento central e da forte presença do Estado na economia), com maior desregulamentação após os anos 1990, e que tem resultado em crescimento econômico, geração de empregos e combate à pobreza, embora esta ainda permaneça imensa [Prates 2013, *apud* Lins (2017), adaptado].

Considerando-se os dados apresentados até aqui, cabe discutir alguns aspectos da relação Bilateral entre o Brasil e a Índia, no que o trabalho de Lins (2017), que fez análise similar a partir de dados do comércio entre os países, havia constatado o seguinte.

> *"(...) de baixa intensidade tecnológica o comércio bilateral, fato especialmente notado nas vendas brasileiras, concentradas em produtos básicos; incluem alguns insumos industriais, com destaque os que resultam de processamento agroindustrial."* (LINS, 2017).

É importante citar junto aos dados apresentados até aqui, que as relações entre Brasil e Índia permaneceram subexploradas por muito tempo, a não ser por iniciativas de defesa mútua de interesses comuns em fóruns internacionais e a visita da chefe de Estado Indira Gandhi ao Brasil em 1968 (LINS, 2017). Apenas após a virada para o século XXI pode-se afirmar que foram registrados alguns avanços nas relações bilaterais entre os dois países.

As ações políticas desenvolvidas pela Índia preocupam-se muito com o abastecimento de matérias primas, levando fortemente em conta questões geopolíticas, até mesmo em função de características da sua história e da região onde está inserida, e que pode ser comprovado na citação a seguir.

> *"(...) A política externa da Índia olha para além da vizinhança, para garantir seus interesses econômicos – especialmente o acesso a matérias primas (...)".* (BAVA, 2007, apud Lins 2017).

Retornando à questão da relação bilateral, Lins (2017) entende que existe um componente importante que é a cooperação técnica, por exemplo em áreas onde a Índia possui grandes avanços científicos, como farmacêutica, de saúde e de tecnologia de informação e que poderiam ser muito mais exploradas pelo Brasil.

Da mesma forma, é importante citar os problemas de segurança alimentar que podem assolar a Índia, principalmente em função de sua elevada população e da relativa baixa *performance* encontrada em alguns setores da economia indiana, entre os quais se encontra a agricultura, o que também pode ser comprovado na citação abaixo.

> *"(...) disaggregate the 9 percent economic growth to see how the nonperforming sectors, especially agriculture, may lead to a major food security problem and social turbulence (…)"* (BAVA, 2007).

A frase citada pelo ex-Primeiro Ministro indiano, Manmohan Singh, de que a *"revitalização da economia e da infraestrutura rural estão entre os principais desafios para um crescimento sustentável da economia indiana"*, é ponto que o Brasil poderia explorar, em função da expertise brasileira no tema.

Na VI Reunião da Comissão Mista de Cooperação Política, Econômica, Científica, Tecnológica e Cultural Brasil – Índia (Brasília DF, outubro de 2013) foram feitas articulações para a defesa de interesses agrícolas comuns na OMC. Hopewell (2015), apud Lins, 2017, cita que *"juntaram forças para formar coalizão de países em desenvolvimento que representavam mais de metade da população mundial e dois terços de seus agricultores"*.

Nessa reunião foi reforçada **a necessidade de ampliar e diversificar o comércio bilateral**, ressaltando-se investimentos indianos no Brasil (petróleo, energia renovável, mineração, engenharia, tecnologia de informação e produtos farmacêuticos) e de empresas brasileiras na Índia (transporte urbano, serviços e equipamentos ligados à tecnologia de informação, calçados, energia e instrumentos médicos e hospitalares).

Não obstante os dados apresentados a respeito da diminuta expressão em termos comparativos, o comércio bilateral Brasil-Índia tem apresentado crescimento nos últimos anos, sendo que entre 2005 e 2015 essa tendência significou um salto da faixa próxima a US$ 1 bilhão em exportações do Brasil para a Índia e em importações brasileiras de origem na Índia, em vendas que superaram US$ 5 bilhões (2012) e compras de US$ 6,6 bilhões (2014).

Sanidade Vegetal e base institucional

Dentre os temas geoeconômicos apresentados até aqui, é importante destacar que o acesso a mercados para produtos do agro brasileiro enfrenta diversos entraves no âmbito das negociações internacionais, seja para abertura, manutenção ou ampliação do comércio, onde os temas relacionados à Sanidade Vegetal são de importância estratégica única.

Embora medidas protecionistas no comércio internacional existam há muito tempo, após a II Guerra Mundial forma-se consenso de que o livre-comércio alavancaria o desenvolvimento das nações, o que levou a negociações multilaterais que resultaram no Acordo Geral sobre Tarifas e Comércios (GATT), de 1947, e na criação da Organização Mundial do Comércio (OMC), com o Acordo de Marraquexe, de 15 de abril de 1994 (MORAES, 2011).

As medidas protecionistas na agricultura são tratadas no Acordo sobre Agricultura e Acordo sobre Aplicação de Medidas Sanitárias e Fitossanitárias – *Sanitary and Phytosanitary Measures* (Acordo SPS), parte do Anexo 1A, do Acordo Constitutivo da OMC (WTO, 2020), sendo que a maior liberalização no comércio mundial, com diminuição de barreiras tarifárias, reflete a importância de temas de Sanidade Vegetal, pois as justificativas de restrição ao comércio só podem ser adotadas de acordo com o seguinte princípio:

> *"Os países têm o direito de aplicar medidas sanitárias para proteger a vida e a saúde dos animais, plantas ou pessoas, desde que tais medidas não se constituam numa restrição encoberta ao comércio internacional"* (BRASIL, 2018).

O Acordo SPS/OMC visa proteger a vida ou a saúde das plantas contra os riscos decorrentes da entrada, estabelecimento ou disseminação de pragas, doenças, organismos patogênicos ou portadores de doenças. As restrições referem-se a processos de produção, quarentena, inspeção e certificação, e requisitos de amostragem e análise, e devem ter mínimo impacto no comércio. A proibição de importação como medida de precaução deve ser temporária e com prazo para avaliação do risco, segundo Testasecca (2013, *apud* WTO, 1995).

As medidas SPS são aplicáveis por meio de normas, procedimentos e controles, que visam assegurar a inocuidade e a qualidade dos alimentos consumidos internamente e exportados, assim como proteger o território nacional contra pragas e doenças. Cabendo citar que a Convenção Internacional sobre Proteção Vegetal – CIPV é a responsável pelas recomendações quanto à Sanidade Vegetal, segundo Lyra (BRASIL, 2018).

A CIPV foi assinada em Roma, em 1929, posteriormente aprovada na VI Reunião da Conferência das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação, da FAO, em 1951, cabendo à Comissão de Medidas Fitossanitárias (CMF/CIPV) e ao Comitê de Normas (CN/CIPV) aprovar as Normas Internacionais de Medidas Fitossanitárias (NIMF) que tratam de padrões, diretrizes e recomendações para a harmonização internacional de medidas fitossanitárias que facilitam o comércio e evitam barreiras injustificadas (TESTASECCA, *apud* MAPA, 2012).

Análise de Risco de Pragas (ARP)

O Brasil é membro fundador da CIPV e, em decorrência da necessidade do país possuir um ponto focal para as questões relativas ao Acordo SPS/OMC, os temas de Sanidade Vegetal são tratados no âmbito da Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA/MAPA) por meio da Organização Nacional de Proteção Fitossanitária (ONPF), representada pelo Departamento de Sanidade Vegetal e Insumos Agrícolas (DSV), segundo Silva (adaptado, 2000).

É importante destacar que a publicação do Decreto 9.667/2019 atualizou a estrutura regimental do MAPA, passando o DSV a apresentar, dentre suas coordenações, a Coordenação-Geral de Fiscalização e Certificação Internacional (CGFC), que é a responsável por analisar e definir as pragas a serem regulamentadas e as medidas fitossanitárias que irão compor os requisitos fitossanitários de exportação e importação de produtos agropecuários, por meio da sua Divisão de Quarentena Vegetal (DIQV).

Conforme a necessidade de justificativa técnica apontada pelo Acordo SPS/OMC, a CGFC/DSV elabora processos de Análise de Risco de Pragas (ARP), fundamentais para a indicar as medidas fitossanitárias que um produto deverá cumprir para acessar determinado mercado, em função das pragas de risco quarentenário que o mesmo apresente.

Em última análise, a realização de determinada ARP oferece a base científica necessária em relação a questões fitossanitárias no âmbito de acesso a mercados específicos que estejam ou venha a entrar em negociação entre dois países. Cabe citar que os procedimentos de ARP estão descritos na NIMF 2, assim como a NIMF 11 trata de ARP de pragas quarentenárias e a NIMF 14 traz as diretrizes para Sistemas de Mitigação de Risco ou *System Approach*.

O DSV/SDA elaborou e publicou a Instrução Normativa MAPA 25, de 7 de abril de 2020, que atualiza os critérios de realização de uma ARP no Brasil, condicionando a:

> *"(...) autorização de importação de espécies vegetais, suas partes, produtos e subprodutos, e outros artigos regulamentados, à definição dos requisitos fitossanitários específicos estabelecidos por meio de Análise de Risco de Pragas - ARP, de acordo com a Convenção Internacional para a Proteção dos Vegetais."*. (IN MAPA 25/2020).

A importação de vegetais, suas partes, produtos e subprodutos é condicionada ao cumprimento de requisitos fitossanitários estabelecidos com base em ARP e categorização de risco, ferramentas que reduzem o risco de introdução de pragas quarentenárias no país, protegendo a biodiversidade tanto em áreas agrícolas como nativas.

Um processo de ARP decorre de interesses comerciais e pode ser aberto por solicitação de interessados de um país exportador como importador, e consta de um total de três fases, que podem ser consultadas no *Modelo de Guia de ARP* que pode ser acessado no endereço: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/sanidade-vegetal/analise-de-riscos-de-pragas>.

Acesso ao mercado indiano – o caso do gergelim

No sentido de melhor ilustrar as informações apresentadas até aqui, e destacando a intensa correlação que existe entre o acesso a mercados de produtos agropecuários e a área de Sanidade Vegetal, pretende-se descrever de forma sucinta, as etapas do processo de abertura comercial com a Índia no que se refere ao produto gergelim (*Sesamum* spp), que foi iniciado em 2019 com a consolidação da abertura em 2020.

Pode-se dizer que o processo como um todo deu-se de forma rápida, o que nem sempre é o padrão em processos de ARP. No presente caso o mútuo interesse na abertura comercial para o produto em tela contribuiu para uma análise que se deu de forma célere, culminando com a publicação dos requisitos pelo governo indiano em curto espaço de tempo.

Como forma de ilustrar como se deu o processo, foram inseridos documentos no Anexo deste texto, que constam do Processo SEI/MAPA 21000.048964/2019-24, iniciado por solicitação da Confederação Nacional da Agricultura (CNA) para abertura do mercado indiano para gergelim brasileiro, onde faz referência ao *Plant Quarantine Order 2003*, norma indiana que lista os países com autorização para exportação de gergelim à Índia.

Em um segundo momento foi elaborado, pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), documento com informações técnicas sobre a produção da cultura do gergelim no Brasil, o qual foi encaminhado pela SCRI/MAPA ao adido agrícola do Brasil em Nova Délhi, Índia, para comunicação junto à ONPF da Índia de solicitação de abertura de processo de ARP para exportação de grãos de gergelim do Brasil para aquele país.

No Adido Comunica 19/2020/DELHI, foi informado à SCRI/MAPA que a Índia publicou os requisitos de importação do gergelim brasileiro, sendo importante notar que as partidas de grãos de gergelim exportadas para a Índia devem estar livres de plantas daninhas quarentenárias para aquele país.

Cabe citar que, em viagem presidencial de janeiro de 2020, que contou com a presença da Ministra da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, foram assinados acordos e protocolos de intenção, relativos às áreas como agricultura, pecuária, processamento de alimentos, bioenergia, ciência e tecnologia (BRASIL, 2020).

Considerações

Pode-se concluir que o Brasil apresenta uma economia potente, de renda *per capita* média e participação relativa baixa nas CGV, sendo importante a busca estratégica de atividades em nichos específicos, de forma a diversificar a pauta exportadora, atualmente bastante concentrada no fornecimento de alimentos e matérias-primas.

Nesse sentido, é essencial a promoção de ambientes produtivos, de investimento, transporte, comunicação e comercialização, e acesso a financiamentos e processos de liberalização alfandegária, barreiras não-tarifárias, Investimentos Externos Diretos (IED) e trânsito de pessoas acabam (IEDI, 2015, adaptado).

Cabe notar a importante presença das adidâncias agrícolas do Brasil, que tem desenvolvido papel essencial no acesso a mercados e promoção do agronegócio, atuando em diversas frentes de negociação. Segundo Druckman (2009), os adidos agrícolas devem estar preparados para interferências externas, capitalizando-as na direção de barganhas integrativos que levem a acordos “ganha-ganha”, de forma a criar condições que levem à confiança mútua, com respeito às diferenças entre os países e que sejam aplicáveis e duradouras.

Na busca de maior desenvolvimento, o Brasil deve elevar sua posição na geração de renda, sendo importante lembrar que as vantagens comparativas do país hoje estão associadas à abundância de recursos naturais, e podem ser aproveitadas para desenvolver indústrias que os utilizem mais intensamente, como alimentos, madeira, papel e celulose, vestuário, calçados e couro, a partir de projetos com objetivos comuns, dentre os quais os citados por Aldo Rebelo (CEBRI, 2014, adaptado), abaixo.

1 Liderança e Unidade política/social em reformas sustentáveis de longo prazo;

2. Instituições fortes para reformas e crescimento econômico;

3. Políticas educacionais para formação de quadros de excelência;

4. Sistema nacional de inovação e Sistema financeiro comprometido no longo prazo;

5. Políticas sociais inclusivas, distributivas para toda sociedade;

Considerando os temas apresentados, cabe ressaltar que a Índia e a Região do Sul da Ásia deverão estar, em futuro não muito distante, dentre os principais parceiros comerciais do Brasil em temas do agronegócio nacional, o que será alcançado a partir de ações continuadas como as apresentadas neste texto.

> *"Não é o presente em grande parte a presa de um passado que se obstina em sobreviver, e o passado, por suas regras, diferenças e semelhanças, a chave indispensável para qualquer compreensão séria do tempo presente?"* (BRAUDEL, 1998).

Referências

AGROSTAT. **Estatísticas do comércio internacional do agronegócio no Brasil**. Disponível em: <http://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index.htm>. Acesso em: 15 jun. 2020.

BAVA, Ummu Salma. **India's Role in the Emerging World Order**. In: Dialogue on Globalization. FES Briefing Paper 4. Disponível em: <https://library.fes.de/pdffiles/iez/global/04372.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2020.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Estatísticas do Agronegócio**. In: Treinamento para o Grupo de Acesso de Adidos Agrícolas. Brasília: MAPA, 2017. 30 slides.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO; MINISTÉRIO DAS RELAÇÕES EXTERIORES. Portaria Interministerial 33, de janeiro de 2017. Ficam definidos, na forma do Anexo desta Portaria, as missões diplomáticas brasileiras no exterior que contarão com adidos agrícolas; a quantidade de adidos por posto e/ou missão diplomática e os países onde a atuação dos adidos ocorrerá de forma cumulativa. Diário Oficial da União, Seção 1, Página 4, Brasília, 7 mar. 2017.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Intercâmbio comercial do agronegócio**. Principais mercados de destino – Edição 2017. Brasília: MAPA, 2018. 260 p.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Defesa Agropecuária: histórico, ações e perspectivas**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Conteúdo: Tania Maria de Paula Lyra. Brasília: MAPA, 2018. 298p.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Análise de Risco de Pragas**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/sanidade-vegetal/analise-de-riscos-de-pragas>. Acesso em: 30 ago. 2020.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Agrostat**. Disponível em: http://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index.htm. Acesso em: 14 jan. 2020.

BRASIL. MINISTÉRIO DA ECONOMIA. **Comex Vis – Países Parceiros – Índia**. Disponível em: <http://www.mdic.gov.br/comercio-exterior/estatisticas-de-comercio-exterior/comex-vis/frame-pais?pais=ind>. Acesso em: 18 fev. 2020.

BRASIL. MINISTÉRIO DA ECONOMIA. **Estatísticas de Comércio Exterio**r. Disponível em: http://www.mdic.gov.br/index.php/comercio-exterior/estatisticas-de-comercio-exterior/balanca-comercial-brasileira-acumulado-do-ano. Acesso em: 14

jan. 2020.

BRASIL. MINISTÉRIO DAS RELAÇÕES EXTERIORES. **Ata da Sexta Reunião da Comissão Mista de Cooperação Política, Econômica, Científica, Tecnológica e Cultural Brasil-Índia**. Brasília, DF, 2013. Nota n. 360.

BRASIL. MINISTÉRIO DAS RELAÇÕES EXTERIORES. **Comunicado Conjunto Brasil-Índia por ocasião da Visita de Estado do Presidente da República Federativa do Brasil à Índia (25-27 de janeiro de 2020)**. Disponível em: http://www.itamaraty.gov.br/pt-BR/notas-a-imprensa/21258-comunicado-conjunto-brasil-india-por-ocasiao-da-visita-de-estado-do-presidente-da-republica-federativa-do-brasil-a-india-25-27-de-janeiro-de-2020. Acesso em: 26 fev. 2020.

CEBRI. **Aldo Rebelo – A Inserção do Brasil nas Cadeias Globais de Valor**. In: Dossiê CEBRI, Ed. Especial, V. 2, Ano 13, 2014; p. 14-27. Disponível em: https://midias.cebri.org/arquivo/BrasilCadeiasValor.pdf. Acesso em: 26 fev. 2020.

CEBRI. **Roberto Baumann – O Brasil e as Cadeias Globais de Valor**. In: Dossiê CEBRI, Ed. Especial, V. 2, Ano 13, 2014; p. 47-51. Disponível em: https://midias.cebri.org/arquivo/BrasilCadeiasValor.pdf. Acesso em: 26 fev. 2020.

CEBRI. **Roberto Teixeira da Costa – Desafios da Política Externa Brasileira para os Próximos 10 Anos**. In: Dossiê CEBRI, Ed. Especial, V. 2, Ano 13, 2014; p. 27-60. Disponível em: https://midias.cebri.org/arquivo/BrasilCadeiasValor.pdf. Acesso em: 26 fev. 2020.

CIA. Central Intelligence Agency. **South Asia**. Disponível em: https://www.cia.gov/index.html. Acesso em: 13 jan. 2020.

FAO. **International Year of Plant Healt – 2020**. Disponível em: http://www.fao.org/plant-health-2020/home/en/. Acesso em: 25 set. 2020.

IEDI. **O lugar do Brasil nas cadeias globais de valor**. In: Carta nº 578, de 28/06/2013.

Disponível em https://iedi.org.br/cartas/carta_iedi_n_578.html. Acesso em: 21 fev. 2020.

IEDI. **Para participar mais das cadeias globais de valor**. In: Carta nº 659, de 16/01/2015. Disponível em: https://iedi.org.br/cartas/carta_iedi_n_659.html. Acesso em: 21 fev. 2020.

IMF. **South Asia Regional Update - August, 2019**. Disponível em: www.imf.org. Acesso em: 17 fev. 2020.

INTERNATIONAL MONETARY FUND – **IMF Data mapper**. Disponível em: http://www.imf.org/external/datamapper. Acesso em: 14 jan. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estimativas de população**. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/. Acesso em: 28 mai. 2018.

KHILNANI, S. **The idea of India**. London: Hamish Hamilton. 1997.

LINS, H. N. **Interações entre o Brasil e a Índia no alvorecer do século 21**. *Revista de Economia*, v.38, n.66, p.1-33, 2017.

MORAES, Ana Paula Bagaiolo. **O acordo sobre agricultura na Organização Mundial do Comércio (OMC) e seus reflexos na defesa comercial agrícola no Brasil e nos países em desenvolvimento.** 2011. 116 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Humanas e Sociais, 2011.

MORAES, Antônio. **Perfil do Agronegócio**. In: Apresentação em PowerPoint realizada no curso preparatório para Adidos Agrícolas. Brasília: ENAGRO/MAPA, 2017.

PADULA, Raphael, FIORI, José Luís. **Brasil: geopolítica e "abertura para o Pacífico"**. In: Revista de Economia Política 36 (3), p. 536-556. Rio de Janeiro, 2016.

SILVA, O. L. R. **A globalização e a nova política de defesa sanitária vegetal**. Fitopatologia Brasileira, v.25, p. 234-235, 2000.

STURGEON, T.; GEREFFI, G.; GUINN, A.; ZYLBERBERG, E. **O Brasil nas cadeias globais de valor: implicações para a política industrial e o comércio**. *Revista Brasileira de Comércio Exterior*, n. 115, p. 26-41, abr.-jun. 2013.

TESTASECCA, S. **A Situação da Cydia pomonella no Cone Sul**: Avaliação das Normas e do Programa de Erradicação (...). Dissertação Mestrado. UFV. Viçosa, MG, 2013. 123p.

TRADE MAP (ITC). **Lists of importing markets for a product exported/imported by: Brazil; India**. Disponível em: https://www.trademap.org/tradestat/Country_SelProductCountry_TS.aspx?nvpm=1%7c076%7c%7c%7c%7cTOTAL%7c%7c%7c2%7c1%7c1%7c2%7c2%7c1%7c2%7c1%7c1. Acesso em: 18 fev. 2020.

UNCTAD. **World investment report 2017**. Geneva: United Nations Conference on Trade and Development. Disponível em: http://www.unctad.org/en/PublicationsLibrary/wir2017_en.pdf. Acesso em: 30 out. 2017.

United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2017). **World Population Prospects: The 2017 Revision, Key Findings and Advance Tables**. Working Paper No. ESA/P/WP/248. Disponível em: <https://esa.un.org/unpd/wpp/Publications/Files/WPP2017_KeyFindings.pdf>. Acesso em: 9 jun. 2018.

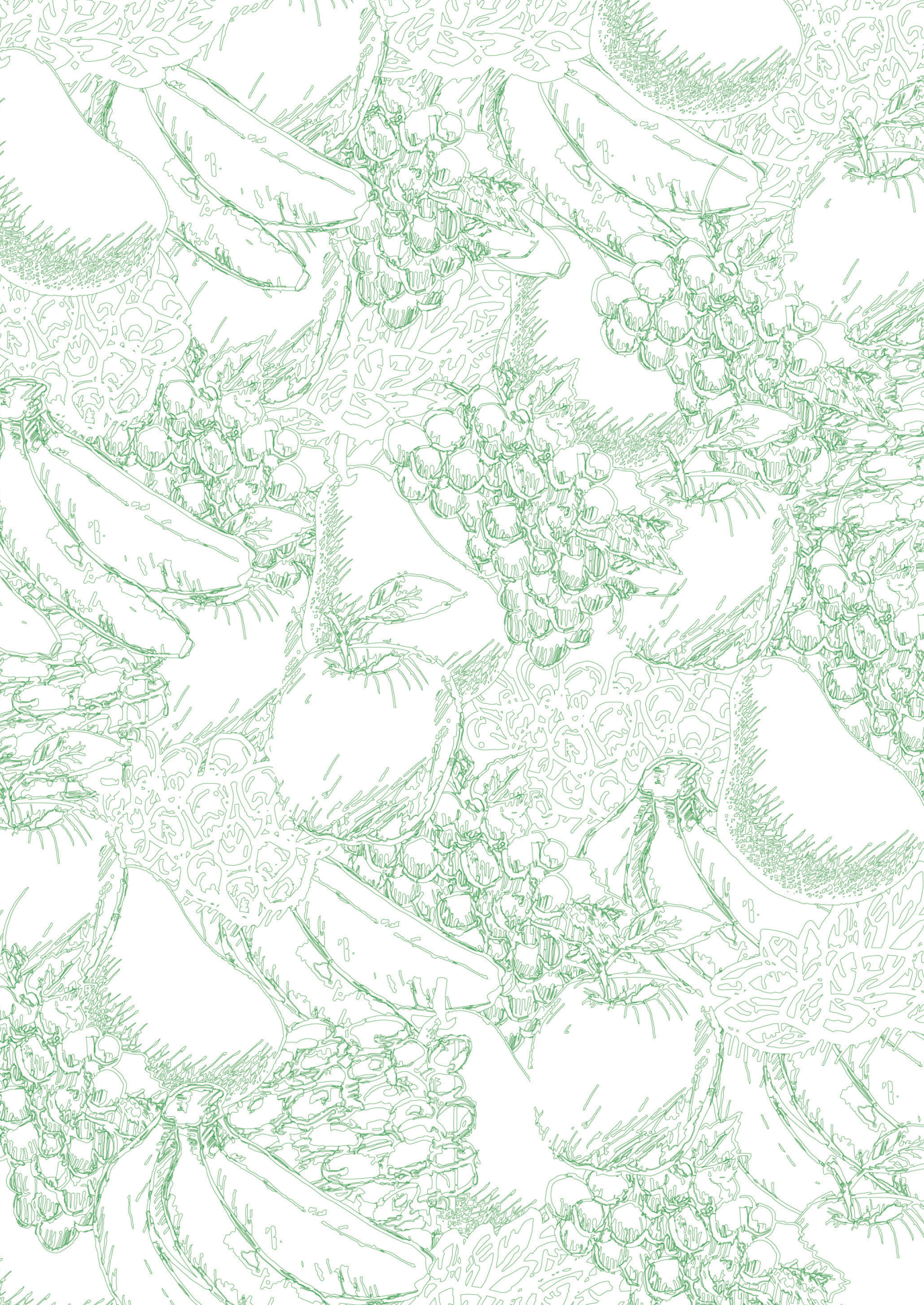
Wikipedia. **South Asia**. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/South_Asia. Acesso em: 13 jan. 2020.

WORLD BANK. **The World Bank in South Asia**. Disponível em: https://www.worldbank.org/en/region/sar. Acesso em: 26 dez. 2019.

WORLD BANK. **GDP per capita (current US$) – South Asia**. Disponível em: https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD?locations=8S. Acesso: 13 jan. 2020.

WTO. **Agricultur**e. In: Annex 1A - Multilateral Agreements on Trade in Goods. The Uruguay Round agreements. Disponível em: https://www.wto.org/english/docs_e/legal_e/legal_e.htm. Acesso em: 16 jul. 2020.

WTO. **Sanitary and Phytosanitary Measures**. In: Annex 1A - Multilateral Agreements on Trade in Goods. The Uruguay Round agreements. Disponível em: <https://www.wto.org/english/docs_e/legal_e/legal_e.htm>. Acesso em: 16 jul. 2020.



Cooperação público e privada para a detecção, erradicação e contenção de pragas

Autores

Daniel Remor Moritz

Diego Medeiros Gindri

Mauro Murara Junior

Moisés Lopes de Albuquerque

Resumo: A defesa sanitária vegetal é um sistema complexo, com interações entre as diversas cadeias produtivas, os poderes constituídos e a sociedade organizada. O aumento do fluxo de mercadorias tem tornado cada vez mais desafiadoras as ações de sanidade vegetal. Ações de detecção, contenção ou erradicação de pragas estão mais frequentes e os recursos, sejam eles financeiros ou humanos, estão menos disponíveis. Desta forma a cooperação entre organizações públicas e organizações privadas tem tornado as ações de sanidade vegetal mais eficazes. Em alguns casos possíveis! Neste capítulo apresentamos alguns casos de sucesso, onde a integração de organizações, sejam elas público ou privadas, trouxe bons resultados nas ações de sanidade vegetal. Não temos a intenção de esgotar os temas, apenas ilustrar a importância da cooperação interinstitucional para o sucesso das ações de sanidade vegetal.

Introdução

Muitas espécies de pragas já foram introduzidas no Brasil, trazendo grandes impactos para agricultura. Como exemplos temos, a Requeima (*Phytophthora infestans*) introduzida em 1898, a Mosca do Mediterrâneo (*Ceratitis capitata*) introduzida em 1901, a Broca do Café (*Hypothenemus hampei*) introduzida em 1913, a Grafolita (*Grapholita molesta*) introduzida em 1929, a Bicheira do Arroz (*Oryzophagus oryzae*) introduzida em 1935, o Cancro Cítrico (*Xanthomonas axonopodis pv.*) introduzida em 1957, a Ferrugem do Cafeeiro (*Hemileia vastatrix*) introduzida em 1970, a Traça do Tomateiro (*Tuta absoluta*) introduzida em 1979, o Bicudo do Algodoeiro (*Anthonomus grandis*) introduzido em 1983, a Vespa da Madeira (*Sirex noctilio*) introduzida em 1988, a Cydia (*Cydia Pomonela*) introduzida em 1991, a Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*) introduzida em 1998, a Ferrugem Asiática da Soja (*Phakopsora pachyrhizi*) introduzida em 2001, a Helicoverpa (*Helicoverpa armígera*) e o Cancro Europeu (*Neonectria ditíssima*) introduzidos em 2013.

A defesa sanitária vegetal é um sistema complexo, com interações entre as diversas cadeias produtivas, os poderes constituídos e a sociedade organizada. O aumento do fluxo de mercadorias tem tornado cada vez mais desafiadoras as ações de sanidade vegetal. Ações de detecção, contenção ou erradicação de pragas estão mais frequentes e os recursos, sejam eles financeiros ou humanos, estão menos disponíveis.

Desta forma a cooperação entre organizações públicas e organizações privadas, tem tornado as ações de sanidade vegetal mais eficazes. Em alguns casos possíveis!

Organizações privadas são mais ágeis em disponibilizar os recursos financeiros para a aquisição de insumos e até mesmo disponibilizar recursos humanos para as ações de levantamento de detecção ou delimitação de pragas. As ações integradas também permitem ao setor público, para planejamento de ações e resoluções normativas, uma melhor avaliação das necessidades do setor privado.

Neste capítulo apresentamos alguns casos de sucesso, onde a integração de organizações, sejam elas público ou privadas, trouxeram bons resultados nas ações de sanidade vegetal. Diversos outros exemplos poderiam ser citados, não temos a intenção de esgotar o tema, apenas ilustrar a importância da cooperação interinstitucional para o sucesso das ações de sanidade vegetal.

Sanidade vegetal na silvicultura

A atividade de Silvicultura é muito importante para Brasil, especialmente para o estado de Santa Catarina. De acordo com um levantamento contratado pela Associação Catarinense de Empresas Florestais (ACR), publicado em 2019, o estado produz cerca de 30 milhões de metros cúbicos de madeira em tora anualmente. Deste total, aproximadamente 33% é de madeira de eucalipto e 67% de madeira de pinus (ACR, 2019).

As espécies de pinus plantadas no Brasil e em Santa Catarina atendem às mais diversas indústrias de base florestal, como papel, celulose, laminadoras, serraria, movelaria, energia, resinas entre outros. No entanto, o fornecimento de matéria-prima de boa qualidade para a sustentação deste negócio pode ser colocado em risco, devido aos severos danos provocados pela vespa-da-madeira (*Sirex noctilio*), praga originária da Europa, Ásia e norte da África que foi registrada pela primeira vez no Brasil em 1988.

Análises de cenários quando a praga foi introduzida no país identificaram que a praga poderia causas sérios prejuízos e até mesmo inviabilizar a produção de pinus no Brasil.

Para contenção e controle da praga, foi estabelecido o Programa Nacional de Controle à Vespa-da-Madeira (PNCVM) e criado o Fundo Nacional de Controle à Vespa-da-Madeira (FUNCEMA). O programa e o fundo envolveram os setores público (Federal e Estadual) e privado (Empresas e associações de base florestal do sul do Brasil).

Através do PNCVM e FUNCEMA foi possível que a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa estudasse e desenvolvesse uma solução. O controle biológico da Vespa-da-Madeira realizado com a aplicação do Nematec. O Nematec é a principal forma de combate à vespa-da-madeira. Composto pelo nematoide *Deladenus siricidicola*, este agente biológico esteriliza as fêmeas da vespa-da-madeira. Associado ao manejo florestal adequado, o uso do Nematec permite manter a praga sob controle e reduzir as perdas causadas pelo seu ataque.

O FUNCEMA, é gerido pela Associação Sulbrasileira de Reflorestadores (ASBR), que congrega as três associações estaduais de base florestal da região sul do Brasil (ACR, Ageflor e Apre), e fornece os recursos financeiros necessários para a produção e distribuição do Nematec, bem como para a manutenção de pesquisas e campanhas informativas.

Campanhas informativas são essenciais para a manutenção do monitoramento por parte dos produtores florestais, para a correta aplicação dos nematoides e para um elevado nível de parasitismo. O controle biológico é bastante eficiente e capaz de controlar os ataques da Vespa-da-Madeira, no entanto, necessita de manutenção permanente por parte dos produtores de pinus.

> *"É importante que o produtor tenha consciência de que o combate à Vespa-da-Madeira deve ser feito constantemente. Todos precisam seguir o calendário de ações e ficar atento às datas para requisição e inoculação de nematoides", lembra Mauro Murara Jr, Engenheiro Florestal e diretor executivo da Associação Catarinense de Empresas Florestais (ACR), uma das integrantes do FUNCEMA.*

Em uma ação complementar de cooperação, visando a disponibilização do Nematec aos pequenos silvicultores, o estado de Santa Catarina disponibilizou através de sua Secretaria de Estado da Agricultura, da Pesca e do Desenvolvimento Rural, recursos financeiros ao FUNCEMA. Desta forma suas empresas vinculadas (Cidasc e Epagri), podem atuar na identificação, orientação e controle de focos da Vespa da madeira em reflorestamentos dos pequenos silvicultores catarinenses.

Sanidade vegetal na produção de maçãs

A sociedade é cada vez mais informada, consciente e legitimamente crítica dos meios produtivos. Não importa em qual setor da economia a organização atue, para a população o bem por ela produzido somente terá valor se além de preço justo e alta qualidade, for capaz de satisfazer inúmeros outros requisitos, dentre os quais indubitavelmente estão o respeito à saúde humana e a preservação do meio ambiente.

Tais exigências também impactam as políticas públicas, inclusive o ambiente regulatório no qual estamos emergidos. A grande dificuldade de se registrar agroquímicos no Brasil, que possui um dos processos mais demorados e caros do mundo, certamente reflete esta cultura. Ademais, muitas ações antes praticadas voluntariamente pelos produtores, hoje são exigências legais, como a rastreabilidade, por exemplo. Tal realidade tende apenas a se intensificar.

Com a produção agropecuária nossa percepção é de que a sociedade costuma

ser ainda mais severa. Exige que sejamos mais produtivos sem desmatar e sem utilizar agroquímicos. Ao mesmo tempo o alimento deve ter alta qualidade em termos de sabor e aparência, a presença de larvas é intolerável, e os preços devem ser justos do ponto de vista de quem os compra, é claro. Os consumidores assíduos de frutas, certamente os mais conscientes, tendem a elevar o sarrafo para patamares ainda mais elevados.

> *No intuito de atingir tais anseios já galgamos expressiva evolução, mas é claro, muito ainda temos que evoluir. Somos conscientes de que esta busca será eterna, pois sempre teremos o que melhorar. Ou seja, no Setor da Maçã somos absolutamente resignados às exigências do consumidor. Não nos cabe questioná-lo, mas esforçarmo-nos ao máximo para atendê-lo (Moisés Lopes de Albuquerque, Diretor Executivo da Associação Brasileira de produtores de Maçã – ABPM).*

Portanto, nossa busca por tecnologia é intensa e constante. Buscamos incessantemente por variedades altamente produtivas, com fenótipo e sabor agradáveis e resistentes às principais pragas que afligem a cultura da maçã no Brasil. Tecnologias de mitigação dos riscos climáticos também são empregadas. Idem no que tange a técnicas de pós colheita altamente avançadas. Atualmente o investimento exigido na cultura da maçã, sem a terra, da produção ao beneficiamento, incluindo, portanto, a parte industrial do Setor é de cerca de R$ 270 mil por hectare. Ou seja, se iniciados do zero, os cerca de 33 mil hectares cultivados com macieira no Brasil exigiriam um investimento, sem a terra, próximo dos R$ 9 bilhões.

Todo este empenho de recursos em investimento em pacotes tecnológicos modernos e também para o desenvolvimento de novas tecnologias, representa um sacrifício muito grande para o Setor da Maçã. Comercializamos uma *commodity* com margens estreitas, que demanda grande investimento e altíssima especialização na produção, e que possui elevado risco climático e comercial. E nesta busca hercúlea pela evolução de nosso produto, visando atender o exigente consumidor moderno, as pragas que afligem nosso ambiente produtivo representam enorme desafio. Por isso as políticas relacionadas à sanidade vegetal, tanto pública, quanto privadas são fundamentais neste esforço.

Podemos citar três pragas de grande importância para a cadeia produtiva da maçã. Uma introduzida e depois de muitos esforços erradicada do Brasil (*Cydia pomonella*), uma introduzida que tem demandado grandes esforços no seu controle

(*Neonectria ditíssima*) e uma ausente que necessita de muitos esforços para impedir sua entrada nos pomares brasileiros (*Erwinia amylovora*).

Cydia pomonella L.

A praga quarentenária *Cydia pomonella*, teve sua introdução no Brasil em 1991, oriunda das importações de frutos da Argentina, e desde então muitos esforços foram empenhados para a sua erradicação do território brasileiro. Em 2014 (MAPA 2014), com mais de 20 anos de trabalho, o Brasil foi declarado livre da *Cydia pomonella*. Somos o único país do mundo a conseguir erradicar esta praga, e isso só foi possível com o envolvimento de muitas organizações, tanto públicas como privadas.

O Programa Nacional de Erradicação da *Cydia pomonella* teve sua formalização em 1996 (MAPA, 1996), coordenado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, com o apoio das organizações estaduais de defesa vegetal dos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná (Secretaria da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural/ RS, Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina/ SC e Agência de Defesa Agropecuária do Paraná/ PR), das prefeituras dos municípios de Bom Jesus/RS, Caxias do Sul/RS, Lages/ SC e Vacaria/ RS, e fundamentalmente com o apoio da Associação Brasileira de Produtores de Maça - ABPM e a Associação Gaúcha de Produtores de Maçã - AGAPOMI.

O sucesso da erradicação da praga trouxe a responsabilidade de evitar sua reintrodução. E para isso as parcerias públicas privadas continuam fundamentais. A Instrução Normativa n. 35, de 27 de outubro de 2015, definiu as responsabilidades de cada organização para o monitoramento de detecção e possível implementação do plano de contingência em caso de detecção da praga em território nacional.

O Brasil realiza a importação de frutos hospedeiros da *Cydia pomonella* de diversos países onde a praga está estabelecida e o trânsito destas frutas pode trazer consigo pupas da mariposa. Para captura e detecção precoce de mariposas que podem eventualmente serem introduzidas no Brasil, estão sendo mantidas instaladas armadilhas do tipo delta, com piso adesivo e feromônio atrativo, em locais de movimentação de frutas importadas (Aduanas, Portos, Importadores, Atacadistas, Centrais de distribuição) e em locais com hospedeiros da praga (Pomares).

Os Auditores-Fiscais Agropecuários do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento instalam e monitoram as armadilhas nos Portos e Aduanas, os

Fiscais Estaduais Agropecuários das organizações estaduais de defesa vegetal instalam e monitoram as armadilhas nos Importadores, Atacadistas e Centrais de distribuição, e os responsáveis técnicos dos produtores rurais instalam e monitoram as armadilhas nos pomares.

Com essa divisão de tarefas, no ano de 2019, foi possível interceptar, no município de Fraiburgo/ SC, um exemplar de *Cydia pomonella* e com isso evitar o seu estabelecimento em território nacional.

Neonectria ditissima

O Cancro Europeu (*Neonectria ditissima*), ocorre em regiões produtoras de maçãs do mundo todo, como Europa, América do Norte, Chile, Austrália, Nova Zelândia, Japão e África do Sul (BERESFORD; KIM, 2011), causando sérios prejuízos em locais e anos de condições climáticas favoráveis. No Brasil os custos de controle desta praga em propriedades com alta incidência passam dos R$ 4 mil/ha/ano, mais de 10% do custo de produção a campo.

A primeira detecção oficial do Cancro Europeu no Brasil ocorreu no ano de 2002, em Vacaria/ RS, em mudas produzidas com material vegetal infectado oriundo da Europa (ARAUJO et al., 2016). Neste ano aproximadamente 1 milhão de mudas de macieira foram erradicadas para a contenção do foco de Cancro Europeu no Brasil. Nos anos subsequentes, a praga foi considerada ausente no país. No entanto, em 2010, o Cancro Europeu ressurgiu com muita severidade em várias plantas de macieira, após uma forte queda de granizo em pomares localizados na região de Vacaria (SANHUEZA et al. 2014; ARAUJO, 2016).

Com vistas a contenção e erradicação do Cancro Europeu o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA reconheceu oficialmente a praga quarentenária como presente no Brasil (BRASIL 2014) e estabeleceu o Programa Nacional de Prevenção e Controle do Cancro Europeu das Pomáceas – PNCEP (BRASIL 2013).

Para implementação e o desenvolvimento do PNCEP foi organizado um grupo nacional, com a participação cooperativa de organizações públicas e privadas das áreas de defesa, pesquisa e produção agropecuária. O Grupo Nacional envolveu o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento; a Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Agronegócio do Rio Grande do Sul; a Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina; a Agência de Defesa Agropecuária do Paraná; a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; a Empresa de Pesquisa

Agropecuária e Extensão Rural do Estado de Santa Catarina; o Instituto Agronômico do Paraná; e a Associação Brasileira dos Produtores de Maçã.

Através do Grupo Nacional foi possível estabelecer os critérios e procedimentos para a contenção da praga, bem como propor, acompanhar e avaliar as ações para a implementação e o desenvolvimento do PNCEP.

Para fortalecer ainda mais a cooperação técnica, no ano de 2019, considerando que o sucesso no combate à praga Cancro Europeu depende da colaboração interinstitucional e da definição de estratégias conjuntas articuladas com o setor produtivo, pesquisa, assistência técnica e defesa sanitária vegetal, o Secretário de Estado da Agricultura, da Pesca e do Desenvolvimento Rural do Estado de Santa Catarina instituiu o Comitê Estadual de Sanidade das Pomáceas – CESP (SANTA CATARINA, 2019).

O CESP conta com representantes do setor público, responsáveis pela definição e fomento de políticas pública (Secretaria de Estado da Agricultura, da Pesca e do Desenvolvimento Rural – SAR; Prefeitura Municipal de São Joaquim), responsáveis pela defesa sanitária vegetal (Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina – CIDASC), responsáveis pela pesquisa e extensão rural (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – EPAGRI), e representantes do setor privado, responsáveis pela representação dos produtores rurais (Associação Brasileira dos Produtores de Maçã – ABPM; Associação dos Produtores de Maçã e Pera de Santa Catarina – AMAP; Federação da Agricultura de Santa Catarina – FAESC), e pela representação dos responsáveis técnicos (Associação de Engenheiros Agrônomos da Serra Catarinense – ASSEA; Núcleo dos Técnicos Agrícolas de São Joaquim – NUTASJ).

O comitê tem como responsabilidade analisar propostas de métodos para o controle da praga e recomendar a aprovação para adoção pelo Programa Nacional de Prevenção e Controle de Cancro Europeu das Pomáceas – PNCEP. O CESP tem ainda como responsabilidades avaliar os resultados alcançados e sugerir medidas corretivas, recomendar pesquisas visando ao controle do Cancro Europeu em Santa Catarina, indicar ações visando à educação sanitária, formação e treinamento de produtores e profissionais, bem como sugerir os temas a serem discutidos no âmbito interestadual e nacional relacionados à sanidade das pomáceas.

Erwinia amylovora

Além das pragas presentes no País há outras de grande importância na maleicultura mundial, felizmente exóticas para nós, mas que nem por isso deixam de causar preocupações. O fogo bacteriano (*Fire blight*) causado pela bactéria *Erwinia amylovora* é uma das doenças mais destrutivas da macieira e pereira em muitos países produtores e constitui uma das maiores ameaças para esse setor produtivo no Brasil.

A ameaça de introdução de pragas ausentes não é pequena e tende a crescer. Frutas temperadas, notadamente a pera e a maçã, hospedeiras comuns de várias pragas, são as mais importadas pelo Brasil em estado natural. Cerca de 93% da produção mundial de maçãs ocorre no Hemisfério Norte, o que equivale a dizer que estão frescas em nossa entressafra, período em que a maçã está mais valorizada no mercado nacional. Some-se a isso o fato de que o Brasil é o sexto país mais populoso do mundo, o segundo com a maior população no ocidente e com grande potencial de crescimento econômico. Ou seja, é claro que os produtores mundiais de maçãs acompanham com muito interesse o nosso mercado.

Diante do elevado risco de introdução do Fogo bacteriano nos pomares catarinenses a Cidasc em parceria com empresas produtoras de maçãs, realizou um exercício simulado para aplicação do plano de contingência de *Erwinia amylovora*, de modo a preparar todos os interessados em caso de detecção de foco da doença.

Mensagem Associação Brasileira de produtores de Maçã

Para Moisés Lopes de Albuquerque, Diretor Executivo da Associação Brasileira de produtores de Maçã - ABPM, as ações de defesa fitossanitária são determinantes para a competitividade e continuidade dos diversos setores produtivos, incluindo o da maçã, e por isso constituem um pilar importantíssimo e prioritário do negócio. Deve começar na propriedade privada e depende muito também das ações do poder público.

Percebemos que as autoridades públicas estão alinhadas com o Setor Produtivo. Além de todo o arcabouço legal geral relacionado ao tema no País e nos Estados, e ações permanentes como a vigilância de trânsito, tivemos o Programa de Erradicação da Cydia Pomonella, foram publicados atos normativos relacionados ao Cancro Europeu das Pomáceas e também ao Fogo

Bacteriano. Recentemente houve a publicação da lei de defesa do Estado de Santa Catarina, também fundamental. Muito embora, a garantia de qualidade fisiológica e fitossanitária das mudas de macieira mereça destaque enquanto uma grande conquista ainda não alcançada.

O grande desafio que verificamos é a necessidade evolução da conscientização do produtor rural sobre o assunto, e no que tange ao Setor Público o equilíbrio entre necessidade de acordos comerciais com a segurança fitossanitária, além da garantia de recursos suficientes para que as autoridades federais e estaduais possam ter estrutura adequada para desempenhar com o alcance necessário seu papel de polícia e fiscalização.

A defesa é uma ferramenta fundamental para entregarmos ao consumidor o que ele espera. Não há como sermos competitivos sem ela. É papel de todos atuarmos pelo seu fortalecimento.

Sanidade vegetal na produção de maracujás

A virose do endurecimento dos frutos do maracujazeiro - EFM, causada pelo *Cowpea aphid-borne mosaic virus* - CABMV, é uma das doenças mais importantes da cultura, sendo considerada mundialmente a principal doença de etiologia viral do maracujazeiro. No Brasil, sua presença foi descrita pela primeira vez na década de 1970, no estado da Bahia (CHAGAS et al., 1981).

Em Santa Catarina, o seu primeiro relato ocorreu em 2008 no litoral norte do estado, no município de Araquari (COLARICCIO et al., 2008), onde praticamente acabou com a produção de maracujás desta região. Mais recentemente, no ano de 2016, ocorreu a introdução e a detecção da doença no sul catarinense (RODRIGUES et al., 2017), região esta que concentra mais de 80% da produção da fruta em nosso estado e onde a produção de maracujás tem se mostrado ser uma excelente opção para pequenas propriedades rurais, além de ser uma ótima alternativa para substituir o cultivo do fumo, que vem apresentando declínio ao longo dos últimos anos.

A introdução dessa nova doença (CABMV) no sul catarinense, desafiou diversas instituições, tanto públicas como privadas, gaúchas e catarinenses, a trazerem alternativas de manejo para os agricultores. Uma força tarefa foi montada na região com a participação de instituições de pesquisa (UFRGS, IFSC e Epagri), extensão rural (Emater e Epagri), defesa agropecuária (Cidasc E MAPA) e setor produtivo (atacadistas, produtores, cooperativas e agropecuárias). Para orientação e sensibilização dos agricultores, muitas reuniões foram promovidas pela Epagri e Cidasc.

As principais formas de transmissão do EFM são através de mudas contaminadas e por pulgões que realizam picadas de prova nas plantas de maracujazeiro, levando assim o vírus de plantas doentes para plantas sadias. Por tratar-se de um vírus, não existem formas de controle curativo para a doença, sendo as principais formas de manejo e de convivência disponíveis o estabelecimento de um período de vazio sanitário sincronizado e entre todos os produtores da região, bem como a produção de mudas livres do vírus, realizada em viveiros com telas anti-afídeos.

Os produtores da região, estão habituados a manutenção das mesmas plantas no pomar por dois ou até três anos, e para que as medidas de controle sejam eficazes precisam "reaprender" a cultivar maracujá de uma forma diferente e conduzir esta atividade agrícola como uma cultura anual. A não adesão às práticas de manejo recomendadas, mesmo que seja por um pequeno grupo de agricultores, coloca em risco toda a cadeia produtiva.

Diante deste contexto, muitas lideranças do setor produtivo reivindicaram ao setor público, a regulamentação das regras de manejo no território catarinense. Porém, o Estado via-se impedido de regulamentar medidas fitossanitárias para o EFM. Esta doença não está na lista de pragas quarentenárias para o nosso país.

Para dificultar ainda mais a situação, o estado de Santa Catarina não possuía uma Legislação própria de Defesa Sanitária Vegetal – DSV, a qual poderia servir de base regulamentar para as medidas fitossanitários desejadas.

Neste sentido, um longo caminho precisou ser percorrido, onde cadeias produtivas consolidadas, como a da maçã e a da banana, uniram-se de forma indireta aos produtores de maracujá do sul catarinense, intensificando a mobilização em apoio a criação de uma legislação estadual de defesa vegetal.

A união de esforços entre os setores público e privado, culminou, em dezembro de 2019, na aprovação e sanção da Lei nº 17.825, que dispõe sobre a defesa sanitária vegetal no Estado de Santa Catarina. Com isso, estava aberto o caminho para que as reivindicações da cadeia produtiva do maracujá fossem atendidas, tornando essa praga a primeira "Praga prioritária" de nosso estado conforme os novos preceitos definidos na lei estadual de DSV.

Após consulta pública onde todo o setor produtivo pode ser ouvido, o estado de Santa Catarina publicou em 12 março de 2020 a Portaria SAR nº 06/2020, estabelecendo um *"período de vazio sanitário para o cultivo do maracujazeiro (Passiflora spp.) em todo território catarinense, no período de 1º de julho a 31 de julho de cada ano." Além disso, esta portaria estabeleceu também que "a partir de 1º de janeiro de 2021 a produção de mudas em cultivo protegido deverá ser*

realizada com tela anti-afídeo de no mínimo 40 mesh".

Desta maneira, as duas principais estratégias de manejo da doença puderam ser regulamentadas pelo estado. Este, com certeza, pode ser considerado um caso de sucesso muito diferente do que estamos habituados a ver, pois nesta situação houve uma forte pressão do setor produtivo, solicitando normas restritivas para a cultura, o que é bastante incomum em nosso país, onde a população normalmente está acostumada a pedir o afrouxamento das leis em vigor.

Outro motivo de satisfação para todos que ajudaram a elaborar esta portaria é o fato de que muitos estados produtores da fruta vêm tentando, ao longo dos últimos anos, normatizar o vazio sanitário e a produção de mudas de maracujazeiro, porém Santa Catarina pode se orgulhar por ter sido o primeiro estado do Brasil a conseguir fazer uma legislação específica para a convivência com o EFM, o que com certeza irá colaborar com a manutenção desta atividade agrícola rentável e duradoura para os produtores rurais de nosso estado.

Considerações

O sucesso da proteção da sanidade vegetal depende da participação das diversas etapas das cadeias produtivas associadas às atividades agropecuárias e da população em geral.

O comprometimento e a integração, visando a convergência de objetivos em prol do bem comum e a serviço da sociedade, são fundamentais para o desenvolvimento econômico, gerar qualidade de vida, com preservação, equilíbrio ambiental e produção de alimentos seguros.

Referências

Associação Catarinense de Empresas Florestais (ACR). **Anuário Estatístico de Base Florestal para o estado de Santa Catarina 2019 (Ano Base 2018)**, Lages: STCP Engenharia de projetos Ltda, 3ª edição, 2019. 118 p.

ARAUJO, L.; MEDEIROS, H.A.; PASA, M.S.; SILVA, F.N. Doenças da macieira e da pereira. **Informe Agropecuário**, v.37, p. 61-74, 2016.

ARAUJO, L. Cancro Europeu: doença que pode inviabilizar a atividade pomícola na Serra Catarinense. **Informativo AMAP**, v.1, p. 3, 2016.

BERESFORD, R.M.; KIM, K.S. Identification of regional climatic conditions favorable for development of European canker of apple. **Phytopathology**, v.101, p.135-146, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº. 84, de 11 de julho de 1996.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 20, de 20 de junho de 2013: Instituir o Programa Nacional de Prevenção e Controle do Cancro Europeu das Pomáceas (*Neonectria galligena*) – PNCEP. Publicado no **Diário Oficial da União** de 14/10/2016, n. 198, Seção 1, p. 12.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa Nº 12, de 23 de maio de 2014: Acrescenta a praga Neonectria ditissima a lista de pragas quarentenárias presentes no Brasil. Publicado no **Diário Oficial da União** de 27/05/2014, n.99, Seção 1, p. 6.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 35, de 27 de outubro de 2015: Estabelece o Plano de Contingência para a *Cydia pomonella* e outras providencias. Publicado no **Diário Oficial da União** de 28/10/2015, Seção 1, Página 2.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 32, de 03 de setembro de 2014. Exclui da Lista de Pragas Quarentenárias presentes, constante do Anexo II da Instrução Normativa nº 59, de 18 de dezembro de 2013, em Insetos - *Cydia pomonella*. Publicado no **Diário Oficial da União** de 04/09/2014, Seção 1, Página 8.

CHAGAS, C. M.; KITAJIMA, E. W.; UN, M. T.; GAMA, M. I. C. S.; YAMASHIRO, T. Grave moléstia do maracujá amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Deg) no Estado da Bahia, causada por um isolado do vírus do "Woodiness" do maracujá. **Fitopatologia Brasileira**, v.6: p259-268, 1981

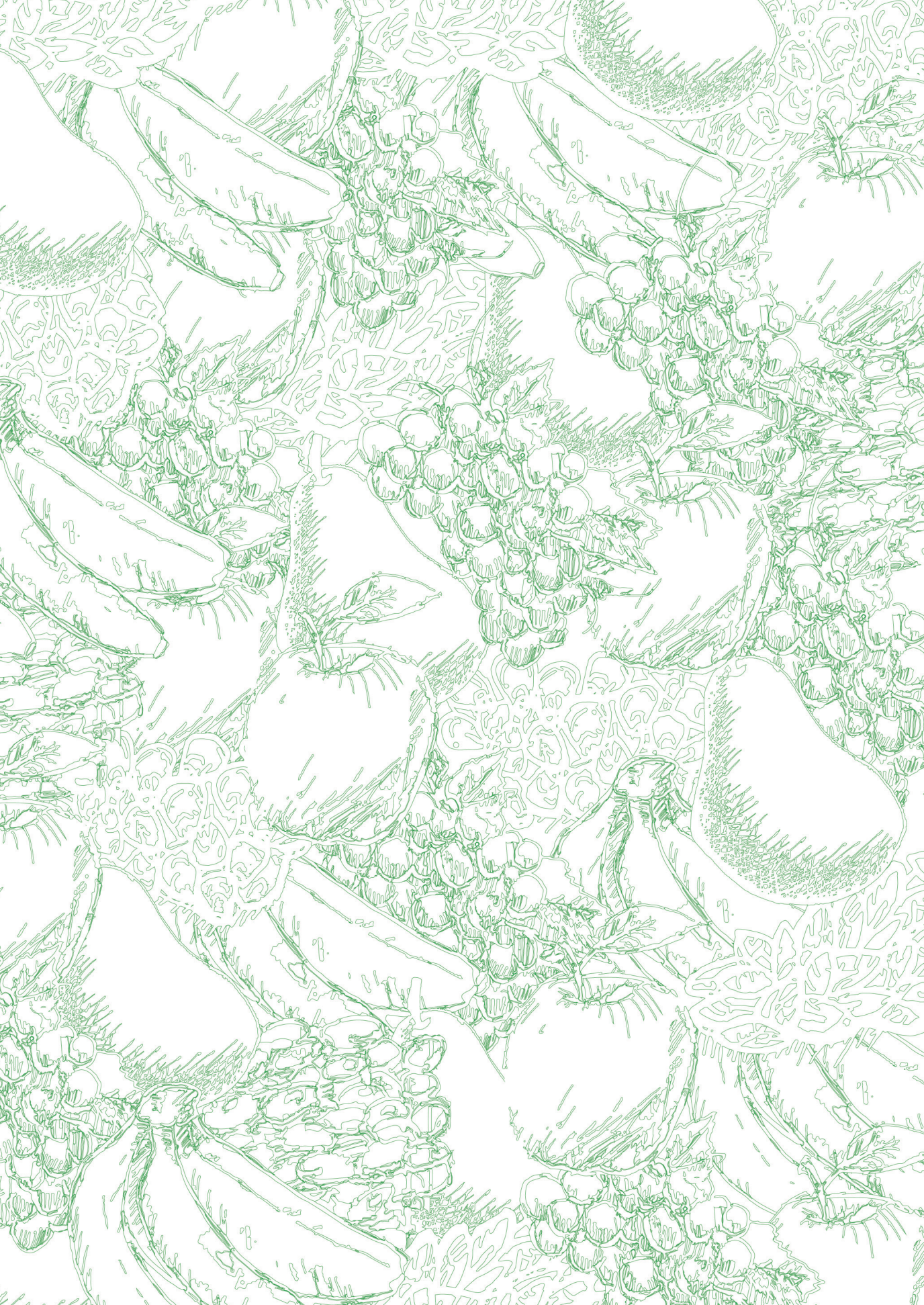
COLARICCIO, A.; PERUCH, L.A.M.; GALLETI, S.R.; LOMBARDI, R.; CHAGAS, C.M. O endurecimento dos frutos do maracujazeiro associado a severas perdas no litoral norte de Santa Catarina. In: **Congresso Brasileiro de Fitopatologia**, Anais. Belo Horizonte, MG, v. 33, p. 300, 2008.

SANHUEZA, R.M.V.; SANTOS, M.C.; PAVAN, W. Presença do Cancro Europeu das pomáceas no Brasil: ameaça à sustentabilidade da pomicultura do país. In: Anais Congresso Brasileiro de Fitopatologia. Londrina: **Sociedade Brasileira de Fitopatologia**, 2014. p.44-45.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Agricultura, da Pesca e do Desenvolvimento Rural. Portaria SAR nº 32/2019, de 08/07/2019: Instituir no âmbito da SAR o Comitê Estadual de Sanidade das Pomáceas – CESP. Publicado no **Diário Oficial de Santa Catarina** de 10/07/2019, n. 21.053, p. 6.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Agricultura, da Pesca e do Desenvolvimento Rural. Portaria SAR nº 06/2020, de 12 de março de 2020: estabelece o Vazio Sanitário para o cultivo do maracujazeiro (*Passiflora spp.*) em todo território catarinense. Publicado no **Diário Oficial de Santa Catarina** de 12/03/2020, n. 21.220, p. 6.

RODRIGUES, L. K.; RAMOS A. F., EIRAS M., CHAVES, A. L. R.; SANTOS JOÃO A.N., PERUCH L.A., COLARICCIO A. Incidência do *Cowpea aphid-born mosaic virus* (CABMV) em maracujazeiros no Litoral Sul de Santa catarina, SC. In: **Simpósio Brasileiro sobre a cultura do maracujazeiro**, 5, Arroio do Silva, 2017. Anais...Epagri, 2017



A Erradicação de Cydia pomonella (Lepidoptera: Tortricidae) no Brasil

Autores

Adalecio Kovaleski

Jairo João Carbonari

Resumo: A *Cydia pomonela* é considerada uma das principais pragas da maçã e pera no mundo. A praga foi detectada no Brasil em 1991, na zona urbana de Vacaria/RS. O monitoramento em toda a região sul detectou que a praga estava presente nas áreas urbanas de Bom Jesus, Caxias do Sul, Lages e Vacaria. Devido às elevadas capturas nas áreas urbanas (em 97/98 foram capturados 22.412 machos), em 2002 a Comissão do Programa de Erradicação da *C. pomonella* decidiu pela remoção dos hospedeiros nas áreas urbanas com ocorrência, a fim de minimizar a dispersão da praga para pomares comerciais. Foram removidas cerca de 100.000 plantas hospedeiras nas quatro áreas urbanas. Conforme os hospedeiros eram removidos nas áreas urbanas, observava-se uma diminuição no índice de capturas o qual foi reduzindo gradativamente até que em novembro de 2011 foi capturado o último exemplar da praga no Brasil. Esta última captura foi o marco para o início da tramitação do processo para decretar o Brasil como área livre da praga. Em 07 de maio de 2014, o MAPA declarou o Brasil como área livre de *C. pomonella*, por meio da Instrução Normativa nº 10, publicada no DOU de 08 de maio de 2014. Com duração de mais de 25 anos, o Programa de Erradicação da *C. pomonella* se mostrou um programa inédito na erradicação de uma praga quarentenária para um país. Esse feito foi possível em função do grande envolvimento do MAPA, Embrapa, Secretarias de Agricultura do RS, SC e PR, CIDASC, Epagri, Ministério Público, Agapomi, ABPM e produtores.

Introdução

O primeiro registro da traça-da-maça foi publicado em 1635 pelo holandês Jean Goedaerdt. No século XVIII, foi chamada de *codling moth*, em referência a um tipo de maçã alongada chamada de *codling*, existente na Inglaterra. O nome específico foi colocado no gênero Carpocapsa, depois transferido para o gênero Cydia, sendo o nome atual *Cydia pomonella* (Walsingham, 1897). Tem como sinonímias, *Carpocapsa pomonana Treitschke, Carpocapsa pomonella* Linnaeus, *Enarmonia pomonella* Linnaeus, *Grapholitha pomonella, Laspeyresia pomonella* Linnaeus e *Phalaena pomonella* Linnaeus.

Cydia pomonella é uma das principais pragas da fruticultura temperada no mundo e é considerada a praga-chave em maçã e pera. Para o seu controle são realizadas, em média, dez aplicações de inseticidas, gerando um custo aproximado de U$ 400/hectare.

Hospedeiros

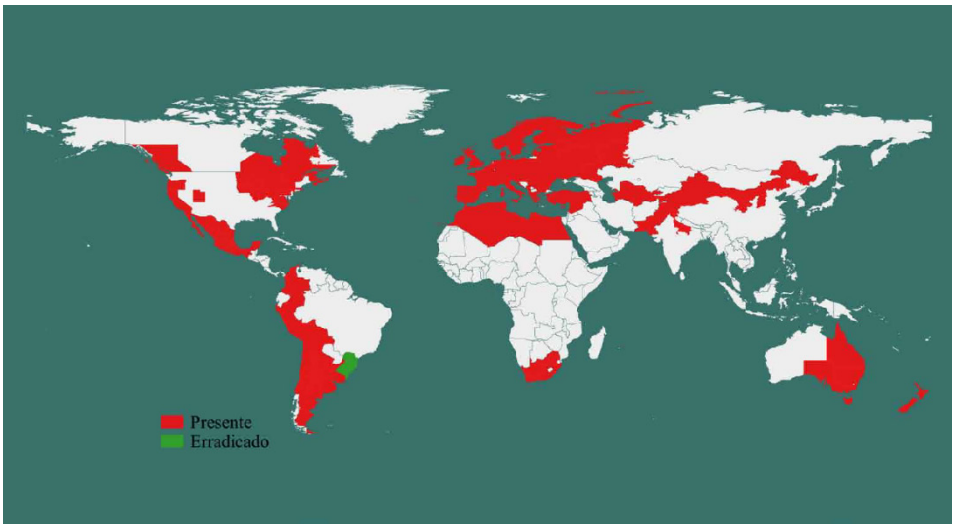
Os hospedeiros primários de *Cydia pomonella* são a maçã (*Malus domestica*), pera (*Pyrus communis*), marmelo (*Cydonia oblonga*) e noz europeia (*Juglans regia*). Já os hospedeiros secundários são frutas de caroço como, pêssego (*Prunus persica*), ameixa (*Prunus domestica*), damasco (*Prunus armeniaca*), cereja (*Prunus avium*) e nectarina (*Prunus persica var. Nucipersica*). *C. pomonella* é originária do sudeste da Europa.

Distribuição Geográfica

Atualmente, *Cydia pomonella* ocorre em todas as áreas produtoras de maçã no mundo, exceto em algumas partes da Ásia (Figura 1). É encontrada em todos os países europeus, tendo como limite norte de sua distribuição a Escandinávia. A espécie se espalhou para a Ásia, incluindo os Estados Independentes do Commonwealth, Oeste da China, Paquistão, Norte da Índia e Oriente Médio. Na África *C. pomonella* foi detectada na Tunísia, Marrocos, Egito e Argélia (Codling Moth Information Support System, 1997). Acredita-se que a praga esteja presente nos Estados Unidos há mais de 200 anos. Slingerland (1898) registrou como praga de pomáceas na Nova Inglaterra em 1750. Ela ocorre também no sul do Canadá,

ao longo de toda a fronteira com os EUA. No México, ela está restrita aos estados da região Norte. No hemisfério Sul, *C. pomonella* está presente no continente australiano: sudeste da Austrália, Tasmânia e Nova Zelândia. Na África: África do Sul, Pretoria e Rio Orange. Na América do Sul, na Argentina, Uruguai, Chile, Peru e em uma pequena área na fronteira entre o Equador e a Venezuela. No Brasil, foi erradicada em 2014.

Figura 1 - Distribuição geográfica de *Cydia pomonella*.



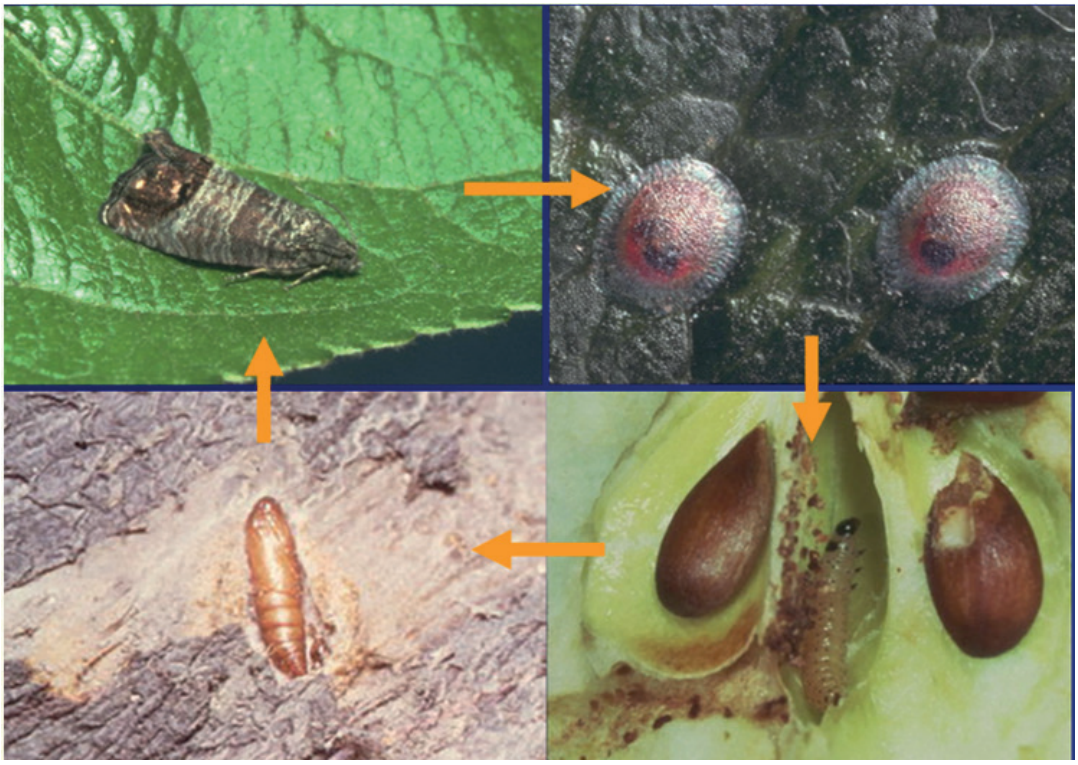
Fonte: Foto, Marcelo Negrini.

Aspectos Biológicos

Os ovos de *Cydia pomonella* são depositados isoladamente nas folhas ou nos frutos. Eles são achatados e de formato circular. No início do desenvolvimento são esbranquiçados. Posteriormente, se observa um anel avermelhado na periferia. Medem cerca de 1 mm de diâmetro e são de difícil visualização. O período de incubação é de 18 dias a 15 oC a de 06 dias a 25 oC. As lagartas recém-emergidas procuram por um local adequado para entrar no fruto. Elas se alimentam da polpa, até atingir as sementes. As lagartas são brancas quando em estádios iniciais e adquirem coloração rosada com cabeça escura ao longo do desenvolvimento. O período de desenvolvimento larval é de 21 a 35 dias. As larvas maduras medem 12 a 20 mm. Quando plenamente desenvolvidas, saem do fruto e tecem casulos na casca da árvore ou em cavidades. As pupas medem de 10 a 12 mm de comprimento, são de coloração castanha a marrom escuro (Figura 2).

A emergência dos adultos se inicia na primavera, medem de 15 mm a 20 mm de expansão alar, com asas anteriores acinzentadas e com uma mancha circular escura rodeada de escamas acobreadas na extremidade. As asas posteriores são cinza pálido. A atividade sexual é crepuscular e limitada pela temperatura. A fecundidade média é de 44 ovos/fêmea, ao longo de um período de vida em torno de 12 dias. O ciclo completo da praga de ovo a adulto é de aproximadamente 50 dias, podendo ocorrer variações no número de gerações anuais de acordo com as condições climáticas.

Figura 2 - Ciclo biológico completo de *Cydia pomonella* com as fases de ovo, larva, pupa e adulto.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Aspectos comportamentais

Cydia pomonella é uma espécie multivoltina, com diapausa facultativa. O número de gerações varia de uma a cinco, dependente das condições climáticas. No Canadá e em algumas regiões da Rússia e Reino Unido, há uma geração anual. No noroeste dos EUA, na África do Sul e no Paquistão podem ocorrer duas gerações. Na Califórnia três a quatro e em Israel cinco gerações. No Chile e na Argentina,

ocorrem três gerações anuais. A diapausa, período em que o inseto diminui a atividade metabólica, permite resistir a condições climáticas adversas. No caso de *C. pomonella*, a diapausa ocorre no último instar durante o outono e termina na primavera, quando as larvas se transformam em pupas e, destas, emerge a primeira geração de adultos. Há sincronia com a fenologia dos hospedeiros. Segundo Kovaleski et al. (2001), larvas coletadas em hospedeiros na área urbana de Vacaria entram em diapausa em janeiro e os adultos emergem no início da primavera. Isso mostra que a espécie tem o potencial de se estabelecer na região, já que as condições climáticas são favoráveis e há oferta de plantas hospedeiras.

Quanto à dispersão os adultos podem deslocar-se a pequenas distâncias, entretanto o maior risco de dispersão é de formas imaturas (ovos, larvas e pupas) no trânsito de frutas *in natura*. As larvas podem permanecer no interior do fruto bem como em diapausa nas embalagens como bandejas e papel corrugado das caixas, o mesmo ocorrendo com as pupas.

Como mecanismos de sobrevivência em condições adversas o inseto passa o inverno na forma de pré-pupa, principalmente no tronco dos hospedeiros sob a casca e também em restos de poda.

Danos e Sinais

Orifícios e galerias são os principais tipos de danos reconhecidos em frutos pela infestação de *C. pomonella* (Figura 3). Orifícios de entrada de larvas em estádios iniciais, e galerias que ocorrem quando estas penetram a casca em direção ao centro do fruto, alimentando-se das sementes. As larvas podem entrar pelo lado, cálice ou pedúnculo do fruto. Um sinal típico do ataque da praga é a presença de excrementos na superfície do fruto. Algumas larvas podem danificar um segundo fruto antes de terminar sua atividade de alimentação. Em áreas em que a praga se encontra estabelecida, as perdas podem superar 80% em maçã e atingir 60% em pera, especialmente quando não são adotadas medidas de controle.

Figura 3 - Danos e sinais da presença de larvas de *Cydia pomonella* em frutos de maçã e pera.



Fonte: Fotos: Kovaleski e Carbonari.

Métodos de Controle

Os métodos de controle de *C. pomonella* são diversos, como cultural destaca-se a eliminação de frutos com sinais de ataque da praga, eliminação de pomares abandonados, utilização de cartões corrugados no caule da planta para coleta e destruição de pupas. Já o controle biológico não é tanto utilizado por ser uma praga que permanece pouco tempo na parte externa dos frutos, entretanto, instituições de pesquisa têm estudado alguns organismos benéficos como *Mastrus ridibundus* e várias espécies de *Trichogramma*. No controle comportamental, o uso da técnica da confusão sexual e do atrai-e-mata, por meio de feromônio sexual sintético com várias formulações disponíveis no mercado internacional, é largamente utilizada. No entanto, o controle químico é o método mundialmente mais aplicado em países com ocorrência da praga, sendo o Tebufenozide, Espinosade, Neo-Nicotinóides,

Indoxacarbe, Clorantranipole, Flubendiamida e Fosforados, os princípios ativos amplamente utilizados, onde são necessárias a realização de cerca de 8 a 10 aplicações por safra, podendo gerar níveis de resíduos químicos nas frutas acima dos limites máximos permitidos.

Principais Ações na Conquista da Erradicação

A primeira detecção de *C. pomonella* no Brasil ocorreu em 1991 na área urbana de Vacaria-RS, muito provavelmente tendo como origem frutas importadas. A partir de então, diante da gravidade dos potenciais danos à produção de frutos hospedeiros da praga e consequentes prejuízos às cadeias produtivas, com o possível estabelecimento da praga no país, sob a coordenação geral do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, Coordenação Técnica da Embrapa Uva e Vinho, Estação Experimental de Vacaria-RS, com apoio da Associação Brasileira de produtores de Maçã – ABPM, Associação Gaúcha de Produtores de Maçã – AGAPOMI, da Secretaria de Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural do RS – SEAPDR, e Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina – CIDASC, Prefeituras Municipais, dentre outras entidades parceiras, foi instituído o Programa Nacional de Erradicação da *Cydia pomonella*.

Uma das primeiras medidas adotadas foi a instalação de armadilhas tipo delta com feromônio sexual, com vistas ao monitoramento da praga em toda a região produtora de frutas temperadas do Brasil – considerando os demais hospedeiros da praga - incluindo áreas urbanas e pomares comerciais, bem como em áreas urbanas de municípios que faziam parte da rota de transporte da maçã importada, especialmente com origem da Argentina e do Chile. Também foram instaladas armadilhas em Centrais de Abastecimento e distribuição de frutas.

Todavia, o primeiro monitoramento completo foi realizado na safra 1997/98 quando foram instaladas 1.080 armadilhas e capturados 22.412 machos de *C. pomonella*, nas áreas urbanas dos municípios de Bom Jesus-RS, Caxias do Sul-RS e Vacaria-RS e em Lages - SC (Tabela 1). Diante da gravidade do problema e da necessidade de imediata redução do nível populacional da praga, decidiu-se pela instalação de painéis com inseticida e feromônio sexual denominado atrai-e-mata. Porém, devido aos custos desta técnica e a morosidade no registro do produto, em 2002 a estratégia de supressão da praga foi substituída pela eliminação das plantas hospedeiras localizadas nas áreas urbanas com registros de capturas de *C. pomonella*.

Tabela 1 - Número de armadilhas distribuídas, por safra, e as respectivas capturas de machos de *Cydia pomonella.*

Período	Bom Jesus		Caxias		Lages		Vacaria		Total	
	Arm.	Capturas	Arm.	Capturas	Arm.	Capturas	Arm.	Capturas	Arm.	Capturas
1997/98	100	612	180	549	400	15.787	400	5.464	1.080	22.412
1998/99	100	22	180	675	400	7.094	400	100	1.080	7.891
1999/00	0	0	0	0	400	6.388	400	1.924	800	8.312
2000/01	0	0	0	0	400	9.418	400	1.340	800	10.758
2001/02	0	0	0	0	400	9.262	0	0	400	9.262
2002/03	0	0	0	0	400	1.282	0	0	400	1.282
2003/04	0	0	0	0	400	2.133	400	316	800	2.449
2004/05	200	45	400	60	1.708	432	400	273	2.708	810
2005/06	400	6	600	12	1.721	43	1.000	250	3.721	310
2006/07	400	0	1.200	11	1.752	37	1.200	170	4.552	218
2007/08	400	0	1.200	0	1.752	3	1.200	46	4.552	49
2008/09	150	0			1.780	1	850	53	2.780	54
2009/10	100	0	2.000	0	1.800	1	1.200	48	5.100	49
2010/11	50	0	1.595	0	1605	3	1.200	3	4.450	6
2011/12	50	0	1.200	0	1200	0	1.000	1	3.450	1
2012/13	50	0	800	0	800	0	800	0	2.450	0
2013/14	50	0	800	0	700	0	800	0	2.050	0
2014/15	50	0	200	0	700	0	200	0	0	0
2015/16	50	0	200	0	417	0	200	0	0	0
2016/17	50	0	150	0	184	0	150	0	0	0
2017/18	50	0	150	0	184	0	150	0	0	0
2018/19	50	0	150	0	113	0	150	0	0	0
2019/20	50	0	150	0	85	0	150	0	0	0

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para tanto, além da mobilização de pessoal capacitado, equipamentos e demais providências para efetivamente implementar esta ação, foi necessária uma ampla campanha de conscientização do público urbano em permitir a retirada de plantas de seus quintais, uma vez que muitas pessoas, sem uma relação direta com a produção de maçã, não entendiam facilmente a importância daquela ação e portanto, resistiam à remoção das árvores. Programas audiovisuais, confecção de material didático (Figura 5), palestras em escolas, inúmeras reuniões com órgãos representativos da sociedade, incluindo o Ministério Público e inclusive ações judiciais, foram ações necessárias de conscientização.

Figura 5 - Material utilizado na campanha de divulgação e conscientização da população durante o Programa de Erradicação de *Cydia pomonella* no Brasil.



Fonte: Kovaleski, A.

Para cada planta hospedeira removida, duas de outras espécies frutíferas, foram fornecidas e plantadas gratuitamente nas residências. Durante o programa, mais de 90 mil plantas hospedeiras foram removidas (Tabela 2). Esta estratégia, embora de difícil implementação e execução, somada às demais ações de contenção da praga, como o monitoramento por meio de armadilhas com feromônio sexual, certificação fitossanitária na produção e na comercialização de frutas hospedeiras da praga, nos estados da região sul, e um maior rigor no controle fitossanitário das importações, mostrou-se extremamente exitosa. Com isso, o nível de captura da praga foi reduzido drasticamente a cada ciclo, sendo que o último exemplar de *C. pomonella* capturado no Brasil foi em novembro de 2011 (Figura 6).

Tabela 2 - Número de plantas hospedeiras removidas durante o período do Programa de Erradicação de *Cydia pomonella,* nas áreas urbanas dos municípios de Caxias do Sul-RS, Lages-SC Vacaria-RS e Bom Jesus-RS.

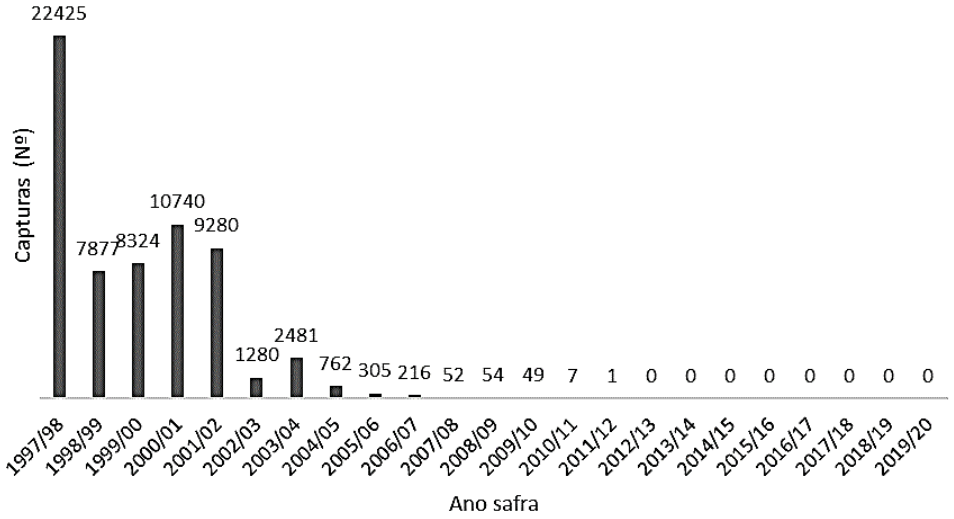
Município	Nº de plantas removidas
Caxias do Sul	42.000
Lages	34.760
Vacaria	14.900
Bom Jesus	1.980
Total	**93.640**

Fonte: Elaborado pelo autor

Como medida auxiliar de grande relevância para a erradicação da praga, foi o recrudescimento das exigências sanitárias impostas à Argentina na importação de maçã e pera. Devido ao elevado número de larvas de *C. pomonella* interceptados em partidas de frutas hospedeiras daquele país, nos pontos de ingresso fiscalizados pelos MAPA, onde a coleta e inspeção de amostras de frutos é obrigatória, o Brasil estabeleceu um Sistema de Manejo de Risco ao país vizinho, composto por várias medidas mitigatórias desde a produção, passando pelo processamento e exportação dos frutos.

Cabe destacar, que além das áreas urbanas dos municípios onde houve capturas de *C. pomonella*, também em vários outros locais armadilhas foram instaladas e monitoradas. No estado do Paraná, embora a ausência de registro de captura da praga, anualmente cerca de 50 armadilhas foram instaladas pela Agência de Defesa Agropecuária do Paraná – ADAPAR, em aproximadamente 20 municípios com cultivos de macieira. Também em SC e no RS, em vários outros municípios com cultivo de macieiras, foram instaladas armadilhas para o monitoramento da praga, além de postos de fronteira, portos, aeroportos, centrais de abastecimentos e distribuição de frutos.

Figura 6 - Número total de machos de *Cydia pomonella* capturados, por ano, nas quatro áreas urbanas com presença da praga até a Declaração da Erradicação.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Até a conquista e declaração de erradicação de *C. pomonella*, também houve intenso monitoramento nas áreas comerciais de cultivos hospedeiros da praga. Em pomares de maçã, pera, pêssego, ameixa e nectarina localizados no RS e SC, a cada 10 hectares de cultivo, uma armadilha era instalada e monitorada pelo responsável técnico, capacitado, habilitado e supervisionado pelo Órgão Estadual de Defesa Sanitária Vegetal e pelo Serviço de Sanidade Vegetal do MAPA.

Todo o sistema de armadilhamento com vistas ao monitoramento e erradicação da praga, era georreferenciado, o que permitia, portanto, a localização exata de cada armadilha, com registros de leituras, possíveis intercorrências, substituições de septos do feromônio e de pisos adesivos. Apesar de pequenas variações a cada safra, no período que antecedeu a declaração de erradicação da praga, cerca de 10 mil armadilhas anualmente foram instaladas e monitoradas.

Reconhecimento e manutenção do *Status* de praga erradicada

Passados dois ciclos da praga sem novas capturas, condição estabelecida pela Convenção Internacional de Proteção dos Vegetais - CIPV/FAO para o reconhecimento de erradicação de uma praga, por meio da Instrução Normativa nº 10, de 7 de maio

de 2014, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, reconheceu a erradicação definitiva dos focos de ocorrência de *C. pomonella* nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, declarando assim o Brasil como país livre da praga.

Embora o sucesso logrado, para a manutenção do status de praga erradicada, a manutenção do monitoramento de *C. pomonella* é necessária. Assim, faz-se necessária a manutenção do monitoramento em áreas urbanas, áreas comerciais, pontos de ingresso de frutas importadas (portos, aeroportos, postos de fronteira), centrais de abastecimento e unidades centralizadoras/processadoras de frutas, estabelece medidas emergenciais de supressão da praga em caso de detecção de novos focos.

A praga pode ser reintroduzida por meio de importação de frutos frescos das espécies hospedeiras, especialmente de maçã e pera, oriundos de países com presença da praga. O processamento de frutos importados dentro da região produtora (que aproveita a estrutura de processamento e armazenagem), bastante comum na região produtora de maçã no RS, configura-se em alto risco. A presença de plantas hospedeiras nas regiões sul e sudeste do Brasil, somado ao intenso trânsito de frutos dessas espécies, configura-se em constante potencial risco de reintrodução da praga. O estabelecimento de *C. pomonella* no Brasil pode ocasionar a restrição na exportação por exigência fitossanitária imposta por países importadores, bem como devido à presença de resíduos químicos de inseticidas que deveriam ser utilizados no controle da praga.

Custos e benefícios da erradicação de *C. pomonella*

A erradicação da *C. pomonella* no Brasil, envolveu diversas fases e vários atores, que contribuíram efetivamente para esse êxito, desde produtores, associações de produtores, órgãos de pesquisa e de extensão rural, instituições públicas e privadas, com a adoção de medidas alternadas de detecção, supressão e erradicação, tornando com isso praticamente impossível estabelecer os efetivos custos deste programa. Para muitas ações, não foi necessário desembolso de recursos e sim apoio e participação de diferentes formas. Entretanto, com base nos restritos registros existentes, estima-se gastos na ordem de 10 milhões de dólares.

Considerando a presença da praga no país, a perda de produção devido ao dano do inseto e a necessidade de aplicação de agrotóxicos para o seu controle, são ao menos dois itens essenciais na composição dos custos para o controle de *C. pomonella*. A perda de produção é bastante variável em função do nível de infestação

da praga. Todavia, supondo-se a incidência de apenas 1% de dano, levando em conta a produção brasileira e o preço atual pago ao produto, as perdas de produção seriam na ordem de 14 mil toneladas de frutos, equivalente a 5 milhões de dólares anuais.

Já para o controle da praga, há necessidade de 10 aplicações de inseticidas a cada ciclo (número médio de aplicações em países com ocorrência de *C. pomonella*), ao preço médio por aplicação por hectare versus a área de maçã cultivada no país, teríamos um custo aproximado de 10 milhões de dólares. Portanto, considerando somente a perda de produção e os custos de controle, estima-se que o Brasil economize cerca de 15 milhões de dólares anuais. Ademais, cabe destacar que a presença de uma nova praga, além dos custos diretos, outros impactos negativos também são experimentados, como riscos de contaminação ambiental, riscos de intoxicação humana e de animais e restrições às exportações devido às barreiras comerciais como as fitossanitárias e resíduos de agrotóxicos, dentre outras.

Referências

AGNELLO, A.; KOVACH, J.; NYROP, J.; REISSIG, H.; WILCOX, W. Simplified integrated mangement program. A guide for apple sampling procedures in New York. **Cornell Cooperative Extension**, IPM Number 201.C, 1991.

ALFORD, D.V. **A colour atlas of fruit pests, their recongnition, biology and control**. Escócia: 320 p, s.ed., 1984.

BUSH, M.R.; ADDEL-AAL, Y.A.I.; ROCK, G.C. Parathion resistance and esterase activity in codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) from North Carolina. **Journal of Economic Entomology**, Raleigh. v. 86, n. 3, p. 660-666, 1993.

CROFT, B.A. Pesticide resistance management of pest and beneficial arthropods and more biologically-based IPM on apple. **Korean Journal of Applied Entomology**, Corvallis, v. 32, n. 4, p. 373-381, 1994.

GEIER, P.W. The life history of codling moth (*Cydia pomonella* L. Lepidoptera: Tortricidae) in the Australian capital territory. **Journal of Zoology**, v. 11, p. 323-367, 1963.

GONZÁLEZ, R.H. La polilla de la manzana y de la pera. **Revista Fruticola**, Santiago, v. 1, n. 3, p. 15-20, 1980.

GONZÁLEZ, R.H. Vigilância estacional del vuelo de carpocapsa y grafolita con trampas de feromona sexual. **Revista Fruticola**, Santiago, v. 3, n. 2, p. 39-47, 1982.

GONZÁLEZ, R.H. **Insectos y acaros de importancia agrícola y cuarentenaria en Chile**. Santiago: Universidad de Chile, 310 pp, 1989.

GONZÁLEZ, R.H. Uso de feromona sexual para la deteccion y control de la polilla de la manzana (Lepidoptera: Tortricidae). **Revista Fruticola**, Santiago, v. 14, n. 1, p. 5-13, 1993.

INTA. **Guia de pulverizaciones para frutales de pepita y carozo. Rio Negro**. Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuaria. Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle de Rio Negro. 120 pp., 1993.

KOVALESKI, A.; PROTAS, J. F. S.; SUGAYAMA, R. L. Traça da maçã, *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae). In: Fernando Cantor; Evaldo Vilela; Roberto Antônio Zucchi. (Org.). **Histórico e impacto das pragas exóticas no Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2001, v. [S.I.], p. 31-38.

KOVALESKI, A.; MUMFORD, J. Pulling Out The Evil By The Root: The Codling Moth Eradication Program In Brazil. In: VREYSEN, M.J.B.; ROBINSON, A.S.; HENDRICHS, J. (Org.). **Area-Wide Control of Insect Pestes from Research to Field Implementation.** The Netherlands: Springer, 2007, v. [S.I], p. 581-590.

OSCO, M.N.; GIANOTTI, J.F. **Plagas y enfermedades de las plantas en el Valle del Rio Negro**. INTA: Centro Regional Rionegrense, 1960.

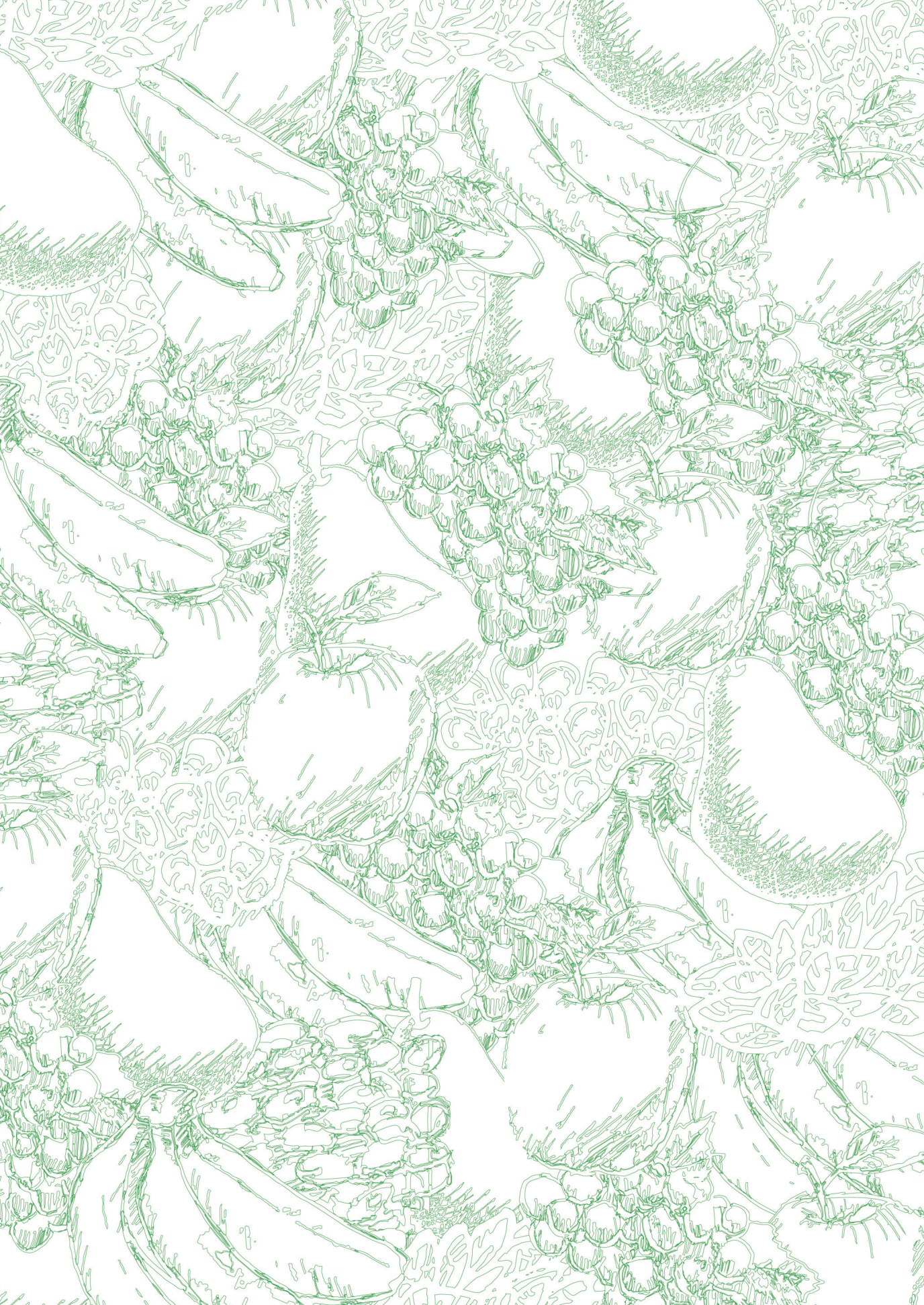
PFEIFFER, D.G.; KAAKEH, W.; KILLIAN, J.C.; LANCHANCE, M.W.; KIRSCH, P. Mating disruption for control of damage by codling moth in Virginia apple orchards. **Entomologia experimentallis et applicata**, Blacksburgh, v. 67, n. 1, p. 57-64, 1993.

POP, L.; ARN, H.; BUSER, H.R. Determination of release rates of pheromone dispensers by air sampling with C-18 bounded silica. **Journal of Chemical Ecology**, Wadenswil, v. 19, n. 1, p. 2513-2519, 1993.

RIEDL, H. The importance of pheromone trap density and trap maintenance for the development of standardized monitoring procedures for the codling moth (Lepidoptera: Tortricidae). **The Canadian Entomologist**, v. 112: p. 655-663, 1980.

VARELA, L.G.; WELTER, S.C.; JONES, V.P.; BRUNNER, J.F.; RIEDL, H. Monitoring and caracterization of insecticide resistance in codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) in four western states. **Journal of Economic Entomology**, Raleigh, v. [S.I.]. 86 n. 1: p. 1-10, 1993.

VERMEULEN, J.; CICHON, L.; PARRA, E. **Sistema de alarma termoacumulativo para el control de Carpocapsa (*Cydia pomonella* L.) para el Alto Valle del Rio Negro y Neuquen**. INTA. Estacion Experimental Agropecuária Alto Valle, 15 p., 1988.



SEÇÃO 2 - Promoção da segurança alimentar

A FAO e muitas outras organizações dedicam esforços para alcançar a segurança alimentar para todos, certificando-se que todas as pessoas tenham acesso regular a alimentos nutritivos de alta qualidade, suficientes para levar uma vida ativa e saudável.

A Organização das Nações Unidas destaca dentre os Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável - ODS, a necessidade de reduzir significativamente a liberação de compostos tóxicos para o ar, a água e solo, a fim de minimizar os seus efeitos. Produzir alimentos para bilhões de pessoas preservando o meio ambiente e fornecendo alimento seguro à população é um dos atuais desafios globais.

O uso excessivo de agrotóxicos tem despertado uma grande preocupação por parte de diversos países devido às consequências ambientais e a contaminação dos alimentos. Organizações públicas e privadas tem papel importante na promoção e controle do uso correto e seguro dos agrotóxicos, bem como na promoção de uma alimentação saudável.

Neste capítulo são abordadas iniciativas para a promoção da segurança alimentar com vistas ao seu aspecto saudabilidade.

Sistemas alimentares, nutrição e alimentação saudável e sustentável

Autores

Suellen Secchi Martinelli

Rafaela Karen Fabri

Rayza Dal Molin Cortese

Suzi Barletto Cavalli

Resumo: Os sistemas alimentares são conjuntos de processos que incluem a produção, processamento, distribuição, abastecimento, comercialização, preparo e consumo de alimentos e bebidas. As alterações no sistema alimentar ao longo dos anos vêm causando danos sociais, econômicos, ambientais e de saúde-nutrição de forma crescente. Na produção de alimentos temos uma prática pautada em tecnologias de processos e insumos modernos que estão comprometendo a qualidade da alimentação com a utilização ampliada de agrotóxicos e de sementes transgênicas, e também, impondo um padrão de pouca diversidade alimentar. Na industrialização dos alimentos estão presentes processos e ingredientes que impactam negativamente na composição nutricional desses produtos e sobre aspectos culturais, sociais e ambientais. A comercialização é caracterizada pelo aumento das distâncias entre produção e consumo e pela descaracterização da alimentação baseada nos hábitos alimentares regionais, da sociobiodiversidade e produtos locais. A alimentação baseada em alimentos ricos em açúcar, gordura, sódio, aditivos e pouco diversificada agrava a tendência para uma epidemia global de obesidade. Por outro lado, a fome e a má nutrição têm aumentado, como consequência de um processo histórico de desigualdade social e econômica. O sistema alimentar precisa ser repensado e modificado, para que a população tenha acesso a alimentos de qualidade, em quantidade adequada, seguros para o consumo, culturalmente aceitáveis e ambientalmente sustentáveis, possibilitando assim, a garantia da segurança alimentar e nutricional e o direito à alimentação saudável. Na produção precisamos priorizar alimentos orgânicos de base agroecológica, com diversificação de produção e baseados em sistemas sustentáveis. Fomentar a pesquisa, a extensão e a assistência técnica, com aporte econômico e apoio para os agricultores familiares. Processos de inclusão produtiva de agroindustrialização também devem ser alavancados, com mudanças nos eixos

regulamentares e de incentivo aos pequenos empreendimentos. A dinâmica na estrutura de comercialização deve privilegiar a produção e compra local, os circuitos curtos e o incentivo à diversidade de produtos disponíveis. Por fim, é necessário considerar todos os determinantes do consumo e do ambiente alimentar a partir das relações estabelecidas entre os diferentes agentes participantes da cadeia: produtores, distribuidores e consumidores para a promoção da segurança alimentar e nutricional.

Apresentação

Este trabalho resulta de vários anos de pesquisa e discussão entre os membros do Observatório de Estudos em Alimentação Saudável e Sustentável (ObASS), coordenado pela Profª Suzi Barletto Cavalli, do Programa de Pós-Graduação e Departamento de Nutrição da Universidade Federal de Santa Catarina. O capítulo foi baseado nas discussões das teses de doutorado de Martinelli (2018); Cortese (2018) e Fabri (2020) orientadas pela profª Suzi Barletto Cavalli.

Sistemas alimentares

Sistema alimentar ou sistemas alimentares englobam elementos individuais, ambientais, insumos, processos, infraestrutura e atividades relacionados à produção, processamento, distribuição, preparo e consumo de alimentos, bem como os resultados socioeconômicos e ambientais dessas atividades. Os sistemas alimentares são profundamente influenciados pelas condições naturais do clima e do solo, pela história, pela cultura e pelas políticas e práticas econômicas e comerciais, fatores estes que afetam a saúde de todos (FAO, 2017). Se esses sistemas produzem alimentos que são inadequados ou inseguros e que aumentam os riscos de doenças e ampliam a degradação ambiental, eles precisam ser mudados.

As transformações dos sistemas alimentares contemporâneos são bastante discutidas na atualidade e vários documentos têm sido publicados nos últimos anos. *O International Panel of Experts on Sustainable Food Systems* - IPES – Food (2017) preconiza que a saúde humana e a saúde do ecossistema precisam integrar reflexões sobre a alimentação, saúde, pobreza, mudanças climáticas e sustentabilidade social e ambiental. Já a Comissão EAT – Lancet (SWINBURN et al., 2019) identifica que estamos em um processo de sindemia, ou seja, onde a obesidade e a desnutrição são consideradas uma pandemia e são associadas às mudanças climáticas, reiterando a necessidade de mudar o locus de atenção para a modificação dos sistemas alimentares.

É conclamado que precisamos mudar a forma de produzir e consumir os alimentos. Para que ocorram as mudanças necessárias, Lang (2017) destaca que somente a mudança na dieta alimentar, a diminuição do desperdício alimentar, a diminuição no consumo de carnes e de laticínios não são suficientes. O autor defende que a discussão se sustenta na visão de que a sustentabilidade ou insustentabilidade

de uma dieta é um conjunto de todos os produtos que todos nós comemos, ou seja, implica no somatório de todo o consumo alimentar (LANG, 2017).

Assim, sistemas alimentares inclusivos, eficientes, resilientes e sensíveis à nutrição, devem ser propulsores de sistemas públicos de abastecimento. Dessa forma, possibilita um aumento da disponibilidade e diversidade de alimentos frescos, da região e menos dependente de importações agroalimentares, fortalecendo agricultores familiares diante das crises econômicas e de desastres naturais (FAO, 2020).

Alimentação contemporânea

A alimentação da população em diversas regiões do mundo, principalmente ocidental, tem sido caracterizada por modificações nos padrões de produção e consumo de alimentos e padronização dessas práticas. Observa-se um elevado consumo de alimentos industrializados com altos teores de açúcar, gordura (principalmente saturada e trans) e sódio (WHO, 2020); bem como de alimentos com grandes quantidades de resíduos de agrotóxicos (FAO, 2010; WHO, 2018) e transgênicos (CORTESE et al., 2018). Ademais, há uma descaracterização da alimentação tradicional, perda da diversidade cultural e uniformização dos hábitos alimentares (POULAIN, 2012), resultando em uma dieta composta basicamente pelos mesmos alimentos.

Observam-se altos índices de sobrepeso e obesidade, associados a doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) e mortes por essas doenças (IMAMURA et al., 2015), ocorrendo em paralelo com índices também elevados de pessoas em situação de insegurança alimentar (FAO, 2019a). Em 2016, mais de 1,9 bilhão de adultos, com 18 anos ou mais, estavam com sobrepeso. Destes, mais de 650 milhões eram obesos (WHO, 2020). A fome afeta 821 milhões de pessoas em todo o mundo e 17,2% da população mundial (1,3 bilhão de pessoas) se encontram em níveis moderados de insegurança alimentar (FAO, 2019a). Nos domicílios brasileiros, a insegurança alimentar aumentou 62% entre os anos de 2013 e 2017-2018 (BRASIL, 2020).

Desse modo, a promoção de padrões alimentares saudáveis é apontada como uma prioridade global (IMAMURA et al., 2015), resultando em diversas estratégias e ações de promoção de uma alimentação saudável em diferentes contextos e ambientes. Porém, observa-se que a promoção de uma alimentação saudável nem sempre contempla todos os aspectos necessários para que ocorra em paralelo

com a promoção da Segurança Alimentar e Nutricional (SAN)[6] e, muitas vezes, é direcionada somente para aspectos nutricionais (FABRI, 2020). No entanto, a promoção da alimentação saudável deve abranger várias dimensões relacionadas à disponibilidade dos alimentos (produção, comercialização e acesso), além de aspectos socioculturais e ambientais. São necessárias estratégias como retorno à dieta, cultura e agricultura locais, para que os sistemas alimentares locais não se transformem cada vez mais em um sistema alimentar global, potencializando o problema da desigualdade e da (in) sustentabilidade dos modos de produção e consumo (GLIESSMAN, 2001).

Ambiente alimentar

O ambiente alimentar refere-se ao contexto físico, econômico, político e sociocultural nos quais os consumidores se conectam com o sistema alimentar para adquirir, preparar e consumir alimentos. Compreendem o ambiente alimentar os "pontos de entrada de alimentos", ou seja, os espaços físicos onde os alimentos são obtidos; o ambiente construído que permite ao consumidor acessar esses espaços; determinantes pessoais de escolhas alimentares (incluindo renda, educação, valores, habilidades, entre outros); e as normas políticas, sociais e culturais subjacentes a essas interações. Os principais elementos do ambiente alimentar que influenciam as escolhas alimentares, a aceitabilidade e as dietas são: acesso físico e econômico a comida (proximidade e acessibilidade); promoção de alimentos, publicidade e informação; e qualidade e segurança alimentar (HLPE, 2017).

Modificações no ambiente alimentar, como por exemplo, o acesso facilitado a uma grande quantidade de alimentos industrializados, globalizados e comercializados por grandes redes têm alterado a forma como as pessoas se relacionam com o alimento. Isso ocorre nas etapas de produção, aquisição e preparo, onde antes se tinha o hábito de cultivar e preparar o alimento em casa (SMITH; NG; POPKIN, 2014), além de comprar produtos frescos e *in natura* em feiras e mercados locais, e agora ocorre a compra de alimentos processados embalados e prontos para o consumo, em grandes redes de supermercado. Na América Latina, entre os anos 1990 e 2000, a aquisição de alimentos em mercados e feiras de produtos frescos locais deixou

[6] Segurança Alimentar e Nutricional consiste na realização do direito de todos ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade e 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 (Artigo 3º - Lei Orgânica de Segurança Alimentar e Nutricional (BRASIL, 2006).

de ser predominante e a compra em supermercado passou de 20% para 60% dos gastos financeiros da população com alimentos (POPKIN, 2017).

As escolhas alimentares possuem importante interação com sistemas agrícolas, ambientais e de saúde (AUESTAD; FULGONI, 2015). O ambiente alimentar atual tem favorecido escolhas que geram impactos negativos no ambiente, na sociedade e na saúde-nutrição, principalmente em decorrência de práticas insustentáveis de produção, industrialização, comercialização e consumo dos alimentos.

Produção de alimentos

O sistema hegemônico de produção de alimentos intensificou a produção baseada em monoculturas com uso intensivo do solo, produção de insumos para a indústria de alimentos e ração animal (a exemplo do milho e soja), uso de aditivos químicos e de plantas geneticamente modificadas (CAVALLI, 2001; GLIESSMAN, 2014).

As incertezas científicas sobre aspectos ainda não estudados dos transgênicos geram preocupações em relação aos potenciais riscos do cultivo e do consumo de transgênicos para a saúde humana e animal e para o ambiente. Nesse sentido, se faz necessária a adoção do Princípio da Precaução, estabelecido na Convenção sobre Diversidade Biológica e no Protocolo de Cartagena sobre Biossegurança, o qual preconiza a tomada de medidas para evitar potenciais riscos que, de acordo com o estado atual do conhecimento, ainda não possam ser cientificamente comprovados (UNITED NATIONS, 1992; SECRETARIAT OF THE CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY, 2000).

Estudos têm demonstrado a relação da expansão de lavouras transgênicas com a ampliação no uso de agrotóxicos (CARNEIRO et al., 2015; ALMEIDA et al., 2017; BOMBARDI, 2017), com consequências danosas à saúde (LANDRIGAN; BENBROOK, 2015).

O uso de agrotóxicos pode afetar a saúde humana de maneira aguda ou crônica. O glifosato é o agrotóxico mais amplamente utilizado em cultivos transgênicos em todo o mundo (CARNEIRO et al., 2015). A longo prazo, estudos associam a exposição aos agrotóxicos utilizados em culturas transgênicas, como os herbicidas à base de glifosato, e a maior incidência de doenças como câncer, doença celíaca, desordens gastrointestinais, transtorno de deficit de atenção, hiperatividade, doença cardíaca, doença renal, asma, depressão, autismo, infertilidade, doença de Alzheimer e Parkinson, diabetes e obesidade (SHAO; CHIN, 2011; WEINTRAUB, 2011; ALAVANJA

et al., 2013; NTZANI et al., 2013; MOSTAFALOUS; ABDOLLAHI, 2013; SAMSEL; SENEFF, 2013a; 2013b; SWANSON et al., 2014; KIM et al., 2017; VAN BRUGGEN et al., 2018; VON EHRENSTEIN et al., 2019).

Além dos riscos relacionados ao consumo de transgênicos, o modelo de agricultura baseado no seu cultivo também ameaça a soberania alimentar[7] e o direito humano à alimentação adequada[8] e não promove uma alimentação saudável e sustentável[9]. Tal direito não pode ser alcançado com o cultivo e consumo de alimentos transgênicos em virtude dos riscos que oferecem à saúde e ao meio ambiente e de sua incompatibilidade com as características da agricultura familiar, povos e comunidades tradicionais.

Ao discutir o modelo produtivo brasileiro evidencia-se a necessidade de utilizar instrumentos econômicos para incentivar o uso de tecnologias mais limpas e modelos de produção mais saudáveis, compatíveis com a agricultura familiar, bem como a urgência em desestimular os modelos que oferecem mais riscos à saúde e ao ambiente (PORTO; SOARES, 2012).

Sob essa perspectiva, a produção de alimentos em sistema de produção agroecológico se opõe ao modelo de agricultura industrial dominante, podendo contribuir sobremaneira para a garantia SAN da população. Isso porque a produção de alimentos em um sistema agroecológico auxilia no acesso a mercados locais de alimentos, na manutenção da biodiversidade e diversidade genética de sementes, plantas e animais, aproxima hábitos regionais, (TROVATTO et al., 2017), contribui para manutenção de maior matéria orgânica no solo, menores perdas de nutrientes e menor uso de energia (TUOMISTO et al., 2012).

Para a nutrição, é importante ressaltar que estudos têm demonstrado a

[7] A soberania alimentar é o direito dos povos de decidir seu próprio sistema alimentar e produtivo, pautado em alimentos saudáveis e culturalmente adequados, produzidos de forma sustentável e ecológica, o que coloca aqueles que produzem, distribuem e consomem alimentos no coração dos sistemas e políticas alimentares, acima das exigências dos mercados e das empresas, além de defender os interesses e incluir as futuras gerações (LA VIA CAMPESINA, 2020).

[8] O direito à alimentação adequada é um direito humano inerente a todas as pessoas 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 garanta uma vida livre do medo, digna e plena nas dimensões física e mental, individual e coletiva (ONU, 2002).

[9] A alimentação saudável e sustentável deve estar relacionada à produção de alimentos que protejam a biodiversidade e promovam o consumo variado, resgatando alimentos, preparações e hábitos culturais tradicionais. Deve ser acessível e disponível a todos, em quantidade e qualidade, baseada em alimentos produzidos e processados na região, por agricultores familiares, de maneira agroecológica, fundamentada na comercialização justa, aproximando a produção do consumo. Além disso, deve ser isento de contaminantes físicos, biológicos ou químicos que causem malefícios a todos os envolvidos, de maneira aguda ou crônica (MARTINELLI; CAVALLI, 2019).

superioridade da qualidade nutricional dos alimentos orgânicos comparado aos alimentos convencionais. Esses alimentos contêm: maior nível absoluto e conteúdo total de micronutrientes (HUNTER et al., 2011); maior teor de polifenóis, ácidos fenólicos; isoflavonas; estilbeno e antocianinas (BARANSKI et al., 2014). Para carnes foi observado maiores teores de ácidos graxos poli-insaturados totais e ácidos graxos poli-insaturados ômega 3 (SREDNICKA-TOBER et al., 2016). Para produtos lácteos verificou-se maiores concentrações de ácido alfa-linolênico, ácidos graxos ômega-3, proteína, gordura, ácidos graxos poli-insaturados e ácido eicosapentaenoico (PALUPI et al., 2012). Pesquisadores sugerem que o consumo de alimentos orgânicos aumentaria de 20 a 40% a ingestão de antioxidantes. Ainda, estudos apontam que alimentos convencionais possuem o nível de cádmio e metal pesado tóxico duas vezes maior que nos alimentos orgânicos (BARANSKI et al., 2014). Assim, o incentivo ao consumo de alimentos orgânicos de base agroecológica e produzidos localmente possibilita a aquisição de alimentos mais frescos e consequentemente também com um maior valor nutricional.

A Organização das Nações Unidas destaca dentre os Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável (ODS), a necessidade de reduzir significativamente a liberação de compostos tóxicos para o ar, a água e solo, a fim de minimizar os seus efeitos. Do mesmo modo, políticas que apoiem a proteção e promoção da biodiversidade são fundamentais para o alcance dos ODS (ONU, 2015; 2020). A manutenção da biodiversidade é considerada chave para o abastecimento de alimentos, principalmente de populações mais vulneráveis e menor capacidade produtiva (PRESCOTT-ALLEN, 1990).

A diversidade biológica das espécies reduziu intensamente ao longo do último século em todo o mundo (FAO, 2019a). O Brasil detém de 15 a 20% da biodiversidade mundial (ONU, 2019), atualmente ameaçada pelo modelo de produção agrária do país. Desse modo, é evidente a necessidade de políticas, programas e ações que fomentem sistemas agroecológicos de produção de alimentos, bem como estimulem a valorização de alimentos da sociobiodiversidade. O estímulo a sistemas produtivos que valorizem a sociobiodiversidade favorece a relação entre a diversidade biológica, os sistemas agrícolas tradicionais, o uso e manejo de recursos com base no conhecimento e cultura das populações tradicionais de modo a preservá-los e valorizá-los, promovendo a melhora da qualidade de vida e do ambiente em que vivem.

A valorização e a preservação de alimentos da sociobiodiversidade estão estritamente relacionados com a produção agrícola familiar, visto que é a que melhor proporciona a conservação, o uso sustentável e o manejo da biodiversidade e uso de alimentos regionais promotores da sociobiodiversidade (ALTIERI; NICHOLLS, 2012).

Perda da biodiversidade e garantia da SAN são temas indissociáveis de forma que a abordagem conjunta é essencial no âmbito das políticas públicas.

Ressalta-se que o incentivo ao consumo das Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) aumenta a variedade e melhora a qualidade da alimentação, já que a qualidade nutricional dessas plantas é superior àquelas domesticadas (KINUPP; BARROS, 2008). Essas plantas apresentam grande potencial para aumentar a diversidade da dieta, proporcionando melhoria da qualidade nutricional, sendo acessível para populações em situação de vulnerabilidade social (TERMOTE et al., 2014).

Considerando todos esses aspectos, a agricultura familiar é considerada ideal para abrigar o desenvolvimento de uma agricultura ambientalmente sustentável, em função de suas características de produção diversificada, integrando atividades vegetais e animais, e por trabalhar em menores escalas (CARMO, 1998). Destaca-se a importância da agricultura familiar para os sistemas alimentares, pois estima-se que esse segmento produtivo responde por 80% dos alimentos consumidos no âmbito mundial. Também ocorreu maior visibilidade a partir de 2014, quando as Nações Unidas elegeram o Ano Internacional da Agricultura Familiar (FAO, 2014; 2019b).

Industrialização dos alimentos

Diferentes graus de processamento são empregados para transformar produtos primários, podendo ser benéfico sob vários aspectos, tais como o aumento da variedade de alimentos disponíveis para o consumo, sobretudo por possibilitar a preservação e o armazenamento por períodos maiores; a segurança do ponto de vista microbiológico; a palatabilidade e a conveniência (FLOROS; NEWSOME; FISHER, 2010). Contudo, o processo de industrialização com a aplicação de níveis elevados de processamento representa um risco para a alimentação saudável e sustentável. Ademais, esse tipo de atividade geralmente é realizado por indústrias de grande porte (BRASIL, 2014).

A industrialização da matéria bruta leva a um desperdício de energia e de nutrientes, uma vez que os nutrientes inerentes ao alimento são extraídos durante o processamento e, posteriormente, são adicionados industrialmente para que se tenha o produto final desejado. O processamento para a fabricação de farinhas é um interessante exemplo para essa questão. O grão em sua composição original é processado e a fração refinada pode perder 90% das vitaminas e minerais (OGHBAEI; PRAKASH, 2016). Ao final, é utilizada na produção de alimentos com altos teores de gordura, sal, açúcar e aditivos e o produto final é adicionado de vitaminas e

minerais para incentivar o consumo.

Os produtos resultantes desse processamento são pobres em nutrientes e contém elevada presença de ingredientes de uso industrial e aditivos alimentares (BRASIL, 2014), que representam um desafio para a saúde pública, particularmente pelas doenças associadas ao seu elevado consumo (POLÔNIO; PERES, 2009). Alimentos com alto grau de processamento e conservação são os maiores contribuintes para o elevado consumo de gorduras em geral, de gordura saturada, de gordura trans e de açúcar livre; e menor teor de fibras, de proteínas e de potássio na dieta de brasileiros (LOUZADA et al., 2015). Nesse sentido, o Guia Alimentar para a População Brasileira recomenda que se evitem produtos processados particularmente pela composição nutricional desses produtos (BRASIL, 2014).

A Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação e a Organização Panamericana de Saúde associam a diminuição do consumo de preparações culinárias tradicionais baseadas em alimentos frescos, preparados e consumidos localmente à ocorrência de transição nutricional em toda a América Latina. Pesquisa realizada no Brasil com quase 33 mil indivíduos demonstrou que quanto maior o consumo de alimentos com elevado nível de processamento, menor a ingestão de nutrientes como vitaminas B12, D, E, niacina e piridoxina e de cobre, ferro, fósforo, magnésio, selênio e zinco (LOUZADA et al., 2015).

Inclusão produtiva de pequenos produtores

As reflexões sobre a segurança sanitária na literatura internacional não apresentam um conteúdo preciso, nem modelos de prática definidos, existem contornos provisórios de reflexões para riscos sanitários, que são associados ao meio ambiente, ao desenvolvimento das tecnologias, das práticas e funcionamento do sistema de saúde, ao comportamento humano, ao âmbito alimentar e nutricional e à biossegurança (BARBOSA; COSTA, 2010).

Nesse sentido, a discussão e a regulamentação sanitária poderiam ser mais inclusivas, em especial para pequenos produtores de alimentos. Niederle (2017) afirma que a inclusão produtiva vai ao encontro da construção de novos mercados e assim destaca que há uma mudança no eixo de produção e consumo, com uma “virada gastronômica”, uma revalorização da origem dos alimentos, da sociobiodiversidade, e uma nova forma de celebração da comida. Também destaca que repercute na agenda da agricultura familiar discussões sobre a alimentação como um ato sociocultural e político, valorizando as dimensões da localidade,

artesanalidade, saudabilidade e da convivencialidade. Dessa forma, surgem redes alternativas vinculando produtores e consumidores que parecem impulsionar críticas à lógica dominante nos mercados alimentares.

No intuito de ser mais abrangente e participativo, o processo de determinação de risco poderia adotar a "pedagogia do risco", que para a tomada de decisão hierárquica dos riscos, fossem usados os seguintes preceitos: avaliação da percepção de risco pela população, adoção de princípios como precaução, determinação de responsabilidade política para os riscos de natureza coletiva e responsabilidade compartilhada para os riscos individuais. Nesse sentido, o risco seria compreendido como um objeto socialmente construído e de responsabilidade compartilhada, entre o poder público, peritos e sociedade (BARBOSA; COSTA, 2010).

Visto o exposto, tornam-se necessário modificações nos processos de inclusão produtiva de agroindustrialização, que também devem ser alavancadas, priorizando as mudanças nos eixos regulamentares (leis, resoluções, entre outros), e com isso, criando a capacidade de inserção dos empreendimentos de pequeno e médio porte.

Comercialização

A comercialização de alimentos é caracterizada pelo aumento das distâncias entre produção e consumo (THOMAS; KARL-HEINZ; HELMUT, 2014), o que ocasiona perda da identidade cultural e uniformização de produtos (POULAIN, 2012). Quando são comprados alimentos provenientes de longas distâncias, em vez de recompensar os produtores com preços justos para os produtos sazonais cultivados localmente, paga-se o custo de transporte, refrigeração e embalagens associados aos alimentos de longa distância (SUSTAIN, 2017).

O consumo de alimentos locais tem diversos benefícios, como o desenvolvimento local, o consumo de alimentos frescos e sazonais e o estímulo para pequenos agricultores. Consumir alimentos produzidos na época adequada de colheita é amplamente recomendado para uma dieta mais sustentável (GARNETT, 2008).

Ao discutir a comercialização de alimentos deve-se priorizar inicialmente os circuitos curtos de comercialização. Como estratégia para o consumo coletivo de alimentos locais, iniciativas brasileiras são apontadas com sucesso. O Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) e o Programa de Aquisição de Alimentos, particularmente a modalidade compra institucional, vêm mostrando que é possível realizar compra local de alimentos, e assim beneficiar produtores e consumidores, além de potencializar o desenvolvimento regional. Um dos grandes avanços

brasileiros nas políticas de compras sustentáveis foi a mudança da lei que rege as licitações e contratos da administração pública para viabilizar a aquisição de alimentos dos agricultores familiares (BRASIL, 2009; 2012; FAO, 2016). A modificação criou uma exceção que permitiu a dispensa das exigências da licitação pública para as aquisições governamentais de alimentos. Além disso, a Lei nº 11.947 de 2009 e o Decreto nº 8.473 de 2015 tornaram obrigatória a aquisição de alimentos da agricultura familiar para o PNAE e para órgãos e entidades da Administração Pública Federal (BRASIL, 2009; 2015).

As políticas públicas vêm introduzindo uma dimensão de reciprocidade e de justiça às relações. Essas relações de reciprocidade reduzem os custos de produção ou de transação e, apesar da concorrência do sistema capitalista, geralmente desfavorável para seus sistemas de produção, permitem o acesso dos agricultores familiares ou camponeses aos mercados, principalmente institucionais (SABOURIN, 2014). Isto geralmente se dá por meio da criação de redes, de associações produtivas de redes agroalimentares alternativas (WILKINSON, 2008) e de programas governamentais.

Em nível individual, a compra direta de agricultores familiares aparece como estratégia de aproximação da produção. Circuitos curtos de comercialização podem ser observados em vendas diretas na propriedade, entregas de cestas em domicílio, lojas especializadas, cooperativas e restaurantes que compram direto do produtor (DAROLT; LAMINE; BRANDEMBURG, 2013), e também em hortas comunitárias, agricultura urbana e a iniciativa “Comunidade que Sustenta a Agricultura” (CSA) (O’KANE, 2016). Essas maneiras diferenciadas de conexão da produção com o consumo aproximam o consumidor da origem do alimento. Autores perceberam que essa aproximação é benéfica e está relacionada a um padrão diferenciado na percepção da alimentação saudável, ampliando o conceito para questões culturais e sustentáveis (O’KANE, 2016).

Alimentação segura, saudável e sustentável

Parte-se do princípio que uma alimentação só pode ser considerada saudável quando for segura e sustentável. Nesse sentido, muitas vezes é preciso enfocar essa tríade para o desenvolvimento de ações que promovam a alimentação saudável. O enfoque na qualidade nutricional do alimento como princípio para a alimentação saudável é recorrente, mas a partir do discutido neste capítulo é possível perceber que várias outras dimensões devem ser consideradas, entre elas a segurança

biológica, química e física, para que o alimento não seja veículo de doenças para os consumidores, e também sustentável, para que a produção, industrialização e comercialização não ampliem os impactos negativos do consumo no ambiente e na sociedade.

Alimento seguro

A segurança microbiológica dos alimentos é influenciada por vários fatores ao longo da cadeia produtiva dos alimentos, desde a sua produção até o seu consumo (NEWELL et al., 2010), ou seja, está inserida no sistema alimentar. As doenças transmitidas por alimentos (DTA) abrangem um amplo conjunto de doenças, incluindo doenças infecciosas causadas por microrganismos e doenças tóxicas causadas, principalmente, por agentes químicos, resultando em sintomas gastrointestinais até sintomas graves, que podem levar a morte, como distúrbios neurológicos, imunológicos, falência de múltiplos órgãos, câncer (WHO, 2007).

As DTA constituem um problema crescente de saúde pública em todo o mundo, com consequências consideráveis de morbidade, mortalidade e elevados custos econômicos (TAUXE et al., 2010) e representam uma ameaça para a SAN em escala global. A OMS estima que a cada ano, cerca de 600 milhões de pessoas ou quase uma em cada dez pessoas no mundo adoece e 420 mil morrem depois de ingerir alimentos contaminados por bactérias, vírus, parasitas ou substâncias químicas. Nas Américas, estima-se que 77 milhões de pessoas sofram um episódio de DTA a cada ano, metade delas crianças menores de cinco anos de idade (HAVELAAR et al., 2015; OPAS/OMS, 2019).

Os alimentos podem ser contaminados desde a origem como matéria-prima, durante o processamento dos alimentos até o armazenamento e distribuição (SCHIRONE et al., 2017). Na produção, os contaminantes envolvem principalmente agrotóxicos e drogas veterinárias. Métodos de colheita e armazenamento de grãos também podem aumentar a probabilidade de problemas causados por sementes tóxicas e micotoxinas (VAN DE VENTER, 2000). Durante o processamento, armazenamento e distribuição, pessoas infectadas ou portadoras de patógenos e superfícies e instalações de contato com alimentos podem contaminar alimentos crus ou processados com micro-organismos causadores de DTA (SCHIRONE et al., 2017), sendo a *Escherichia coli, a Salmonella* spp. e o *Staphylococcus aureus* os agentes biológicos mais envolvidos em surtos de DTA no Brasil (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2019).

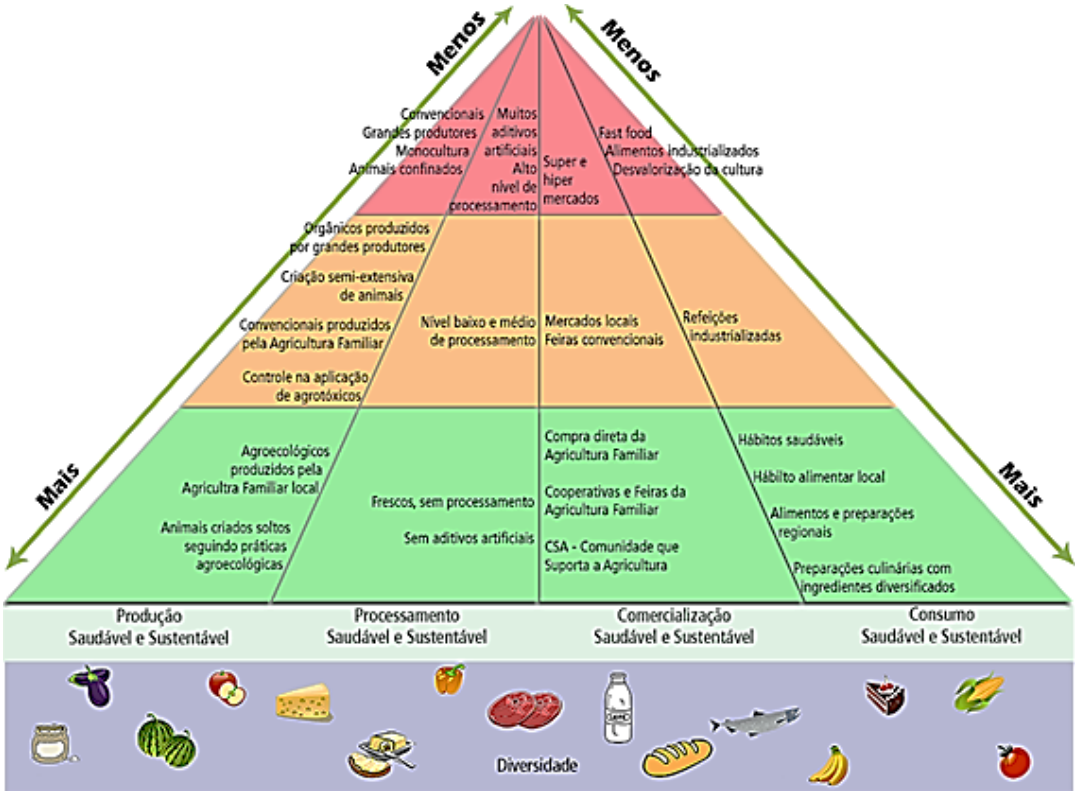
Nesse sentido, a FAO reconhece que a responsabilidade pelo fornecimento de alimentos seguros deve ser compartilhada por todos os envolvidos com a produção, industrialização e comercialização de alimentos, sendo necessário o estabelecimento de normas, programas e sistemas de controle de qualidade em âmbito nacional e local (FAO, 2003).

Operacionalização da alimentação saudável e sustentável

A alimentação saudável e sustentável deve estar relacionada à produção de alimentos que protejam a biodiversidade e promovam o consumo variado, resgatando alimentos, preparações e hábitos culturais tradicionais. Deve ser acessível e disponível a todos, em quantidade e qualidade, baseada em alimentos produzidos e processados na região, por agricultores familiares, de maneira agroecológica, fundamentada na comercialização justa, aproximando a produção do consumo. Além disso, deve ser isento de contaminantes físicos, biológicos ou químicos que causem malefícios a todos os envolvidos, de maneira aguda ou crônica (MARTINELLI; CAVALLI, 2019).

A Figura 1 contém uma representação gráfica que sintetiza os principais aspectos relacionados a uma alimentação mais saudável e sustentável, apresentando uma hierarquização de práticas nas etapas de produção, processamento e consumo de alimentos. Na base da alimentação devemos considerar e priorizar a diversidade de alimentos, com consumo de todos os grupos alimentares. A partir disso, deve-se seguir uma hierarquia para cada etapa, considerando que os modelos do topo devem ser evitados. Um exemplo de alimentação saudável e sustentável está situado na base da figura com alimentos produzidos seguindo os preceitos agroecológicos, adquiridos frescos diretamente de produtores familiares, para elaboração de refeições culturalmente referenciadas (MARTINELLI; CAVALLI, 2019).

Figura 1 - Representação gráfica para operacionalização da alimentação saudável e sustentável.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Considerações

Fica evidente que uma alimentação só pode ser considerada saudável, se for proveniente de um modelo de produção sustentável e que respeite as características socioculturais do local. Ao falarmos em saudável e sustentável é preciso considerar as diferentes dimensões envolvidas, sejam elas culturais, políticas, éticas, ambientais, sociais, dentre outras. Além disso, é preciso considerá-las nas diferentes etapas do sistema alimentar. Governos precisam desenvolver políticas de subsídio a pequenos produtores, que favoreçam e estimulem produções agroecológicas, cadeias curtas de comercialização, a produção e aquisição de alimentos de populações em insegurança alimentar. Precisamos ainda, fomentar a pesquisa, a extensão e assistência técnica, com aporte econômico e apoio para os agricultores familiares e para culturas de consumo alimentar.

O consumo de alimentos produzidos por pequenos produtores está associado a valorização de alimentos regionais, parte da cultura e tradição de produção e

consumo. Atua na valorização do saber fazer local e na manutenção da biodiversidade e de sementes tradicionais. O consumo de alimentos agroecológicos favorece a preservação de espécies tradicionais, sementes crioulas e auxilia na preservação da biodiversidade e diversidade alimentar, favorece relações mais justas de produção, possibilita resgatar e reincorporar alimentos relacionados à identidade histórica e sociocultural, tanto de práticas de produção quanto de consumo, favorece a manutenção da memória gustativa de alimentos associados a cultura local, auxilia na preservação de alimentos da sociobiodiversidade. A aquisição de alimentos regionais de produtores locais valoriza a cultura alimentar da região e estimula cadeias curtas de comercialização, favorecendo o comércio com base em princípios de justiça econômica e social. O consumo de alimentos locais e tradicionais que fazem parte da cultura alimentar de uma família ou grupo social, possibilita o resgate de alimentos desvalorizados e esquecidos com o tempo, a valorização da cultura e identidade de um povo, a preservação de espécies e valorização da biodiversidade e relaciona-se a promover a socialização, o compartilhamento de refeições e a integração social.

Referências

ABRANDH. Ação Brasileira pela Nutrição e Direitos Humanos. **O direito humano à alimentação adequada e o sistema nacional de segurança alimentar e nutricional**. Brasília: ABRANDH, 2013. 263 p.

ALAVANJA, M. C.; ROSS, M. K.; BONNER, M. R. Increased cancer burden among pesticide applicators and others due to pesticide exposure. **CA: A Cancer Journal for a Clinicians**, v.63, n.2, p.120-42, 2013.

ALMEIDA, V. E. S. D.; FRIEDRICH, K.; TYGEL, A. F.; et al. Use of genetically modified crops and pesticides in Brazil: growing hazards. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.22, p.3333-3339, 2017.

ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. Agroecology scaling up for food sovereignty and resiliency. In: S**ustainable agriculture reviews**. Springer, Dordrecht, p.1-29, 2012.

AUESTAD, N.; FULGONI, V. L. What current literature tells us about sustainable diets: Emerging research linking dietary patterns, environmental sustainability, and economics. **Advances in Nutrition**, v.6, n.1, p.19-36, 2015.

BARAŃSKI M.; ŚREDNICKA-TOBER D.; VOLAKAKIS N., et al. Higher antioxidant and lower cadmium concentrations and lower incidence of pesticide residues in organically grown crops: a systematic literature review and meta-analyses. **The British journal of nutrition**, v. 112, n. 5, p. 794-811, 2014.

BRASIL. **Decreto nº 8.473, de 22 de Junho de 2015**. Estabelece, no âmbito da Administração Pública federal, o percentual mínimo destinado à aquisição de gêneros alimentícios de agricultores familiares e suas organizações, empreendedores familiares rurais e demais beneficiários da Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006, e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2015.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de orçamentos familiares 2017-2018: análise da segurança alimentar no Brasil**. IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento. Rio de Janeiro: IBGE, 2020.

BRASIL. **Lei nº 11.346, de 15 de Setembro de 2006**. Cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional – SISAN com vistas em assegurar o direito humano à alimentação adequada e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2006.

BRASIL. **Lei nº 11.947, de 16 de junho de 2009**. Dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar e do Programa Dinheiro Direto na Escola aos alunos da educação básica. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2009.

BRASIL. **Decreto nº 7.775, de 4 de julho de 2012**. Regulamenta o art. 19 da Lei nº 10.696, de 2 de julho de 2003, que institui o Programa de Aquisição de Alimentos, e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. **Guia alimentar para a população brasileira**. Brasília: Ministério da Saúde, 2014. 156 p.

BOMBARDI, L. M. **Geografia do uso de agrotóxicos no Brasil e conexões com a União Europeia**. São Paulo: FFLC - USP, 2017. 296 p.

CARMO, M. S. D. A produção familiar como locus ideal da agricultura sustentável. **Agricultura em São Paulo**, v.45, n.1, p.1-15, 1998.

CARNEIRO, F. F.; AUGUSTO, L. G. S.; RIGOTTO, R. M.; FRIEDRICH, K; CAMPOS, A. B. **Dossiê ABRASCO: Um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Ministério da Saúde**. Fundação Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro: Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio. São Paulo: Expressão Popular, 2015.

CAVALLI, S. B. Segurança alimentar: a abordagem dos alimentos transgênicos. **Revista de Nutrição**, v.14, p.41-46, 2001.

CORTESE, R. D. M. **Análise da rotulagem de alimentos elaborados a partir de organismos geneticamente modificados: a situação do Brasil**. Florianópolis, 2018. Tese (Doutorado em Nutrição) – Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

CORTESE, R. D. M.; MARTINELLI, S. S.; FABRI, R. K.; et al. A label survey to identify ingredients potentially containing GM organisms to estimate intake exposure in Brazil. **Public Health Nutrition**, v.21, n.14, p.2698-2713, 2018.

BARBOSA, A. O.; COSTA, E. A. Os sentidos de segurança sanitária no discurso da Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.15 (Supl. 3), p.3361-3370, 2010.

DAROLT, M. R.; LAMINE, C.; BRANDEMBURG, A. A diversidade dos circuitos curtos de alimentos ecológicos: ensinamentos do caso brasileiro e francês. **Agriculturas**, v.10, n.2, p.5, 2013.

FABRI, R. K. **Aspectos simbólicos e sustentáveis sobre alimentação saudável em guias alimentares e na percepção de indivíduos adultos de Florianópolis**. Florianópolis, 2020. Tese (Doutorado em Nutrição) – Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020.

FAO. Food and Agriculture Organization of The United Nations. Committee on Agriculture. FAO's **Strategy for a Food Chain Approach to Food Safety and Quality: A framework document for the development of future strategic direction**. Rome: FAO, 2003. Disponível em: http://www.fao.org/3/a-y8350e.pdf. Acesso em: 30 set. 2020.

FAO. Food and Agriculture Organization of The United Nations. **The State of Food and Agriculture Innovation in family farming**. Rome: FAO, 2014. Disponível em: http://www.fao.org/3/a-i4040e.pdf. Acesso em: 25 set. 2020.

FAO. Food and Agriculture Organization of The United Nations. **Superação da fome e da pobreza rural - Iniciativas brasileiras**. Brasília: FAO, 2016. 270 p.

FAO. Food and Agriculture Organization of The United Nations. **The Future of Food and Agriculture**. Roma: FAO, 2017. Disponível em: http://www.fao.org/3/I8429EN/i8429en.pdf. Acesso em: 30 set. 2020.

FAO. Food and Agriculture Organization of The United Nations. **Agricultura familiar e sistemas alimentares inclusivos para o desenvolvimento rural sustentável**. 2020. Disponível em: http://www.fao.org/americas/prioridades/agricultura-familiar/pt/. Acesso em: 30 set. 2020.

FAO. Food and Agriculture Organization of The United Nations. **The State of the World's Biodiversity for Food and Agriculture**. J. Bélanger & D. Pilling (eds.). FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessments. Rome: FAO, 2019a. 572 pp.

FAO. IFAD. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **International Fund for Agricultural Development. United Nations Decade of Family Farming 2019-2028**. Global Action Plan Rome: FAO, 2019b. Disponível em: http://www.fao.org/3/ca4672en/ca4672en.pdf.

FLOROS, J. D.; NEWSOME, R.; FISHER, W.; et al. Feeding the World Today and Tomorrow: The Importance of Food Science and Technology. **Compr Rev Food Sci Food Saf**, v.9, n.5, p.572-99, 2010.

GARNETT, T. **Cooking up a storm: Food, greenhouse gas emissions and our changing climate**. Food Climate Research Network, Centre for Environmental Strategy, University of Surrey, 2008.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, 2001.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecology: The Ecology of Sustainable Food Systems**. CRC Press, 2014.

HAVELAAR, A. H.; KIRK, M. D.; TORGERSON, P. R.; et al. World Health Organization Global Estimates and Regional Comparisons of the Burden of Foodborne Disease in 2010. **PLOS Medicine**, v.12, n.12, p. e1001923, 2015.

HLPE. High Level Panel of Experts for *Food Security and Nutrition*. **Nutrition and food systems**. A report by the High-Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security Rome: High Level Panel of Experts; 2017. Disponível em: http://www.fao.org/3/a-i7846e.pdf. Acesso em: 27 set. 2020.

HILBECK, A.; BINIMELIS, R.; DEFARGE, N.; STEINBRECHER, R.; SZÉKÁCS, A.; WICKSON, F.; ANTONIOU, M.; BEREANO, P. L.; CLARK, E. A.; HANSEN, M.; NOVOTNY, E.; HEINEMANN, J.; MEYER, H.; SHIVA, V.; WYNNE, B. No scientific consensus on GMO safety. **Environmental Sciences Europe**, v.27, n.4, 2015.

HUNTER, D.; FOSTER, M.; MCARTHUR, J. O.; OJHA, R; PETOCZ, P.; SAMMAN, S. Evaluation of the micronutrient composition of plant foods produced by organic and conventional agricultural methods. **Critical reviews in food science and nutrition**, v.51, n.6, p.571-82, 2011.

IMAMURA, F.; MICHA, R.; KHATIBZADEH, S.; FAHIMI, S.; SHI, P.; POWLES, J.; MOZAFFARIAN, D. Dietary quality among men and women in 187 countries in 1990 and 2010: A systematic assessment. **The Lancet Global Health**, v.3, n.3, p. e132-e42, 2015.

IPES-FOOD. **Unravelling the Food–Health Nexus: Addressing practices, political economy, and power relations to build healthier food systems**. The Global Alliance for the Future of Food and IPES-Food, 2017.

KIM, K. H.; KABIR, E.; JAHAN, S. A. Exposure to pesticides and the associated human health effects. **The Science of the Total Environment**, v.575, p.525-535, 2017.

KINUPP V.F.; DE BARROS I. B. I. Teores de proteína e minerais de espécies nativas, potenciais hortaliças e frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, n.4, p.846-57, 2008.

LANDRIGAN, P. J.; BENBROOK, C. GMOs, Herbicides, and Public Health. **New England Journal of Medicine**, v.373, n.8, p.693-695, 2015.

LANG, T. **Re-fashioning food systems with sustainable diet guidelines: towards a SDG strategy**. Friends of the Earth. Retrieved from. 2017. Disponível em: https://friendsoftheearth.uk/food/refashioning-food-systems-sustainable-diet-guidelines. Acesso em: 27 set. 2020.

LA VIA CAMPESINA. **Key Documents (Food Sovereignty)**. Disponível em: https://viacampesina.org/en/what-are-we-fighting-for/food-sovereignty-and-trade/key-documents-food-sovereignty/. Acesso em: 30 jun. 2020.

LOUZADA, M. L. C.; BARALDI, L. G.; STEELE, E. M.; MARTINS, A. P. B.; CANELLA, D. S.; MOUBARAC, J. C.; LEVY, R. B.; CANNON, G.; AFSHIN, A.; IMAMURA, F.; MOZAFFARIAN, D.; MONTEIRO, C. A. Consumption of ultra-processed foods and obesity in Brazilian adolescents and adults. **Preventive Medicine**, v.81, p.9-15, 2015.

MARTINELLI, S. S. **Potencialidades da demanda de alimentos no desenvolvimento de sistemas agroalimentares saudáveis e sustentáveis: o caso dos restaurantes**. Florianópolis, 2018. Tese (Doutorado em Nutrição) – Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

MARTINELLI, S. S.; CAVALLI, S. B. Alimentação saudável e sustentável: uma revisão narrativa sobre desafios e perspectivas. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.24, n.11, p.4251-4262, 2019.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Surtos de Doenças Transmitidas por Alimentos no Brasil Informe 2018**. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. Coordenação Geral de Doenças Transmissíveis. 2019. Disponível em: https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2019/fevereiro/15/Apresenta----o-Surtos-DTA---Fevereiro-2019.pdf. Acesso em: 27 set. 2020.

MOSTAFALOU, S.; ABDOLLAHI, M. Pesticides and human chronic diseases: evidences, mechanisms, and perspectives. **Toxicol Appl Pharmacol**, v. 268, n. 2, p.157-77, 2013.

NEWELL, D. G.; KOOPMANS, M.; VERHOEF, L.; DUIZER, E.; AIDARA-KANE, A.; SPRONG, H.; OPSTEEGH, M.; LANGELAAR, M.; THREFALL, J.; SCHEUTZ, F.; GIESSEN, J.; KRUSE, H. Food-borne diseases - the challenges of 20 years ago still persist while new ones continue to emerge. **Int J Food Microbiol**, v.139 Suppl 1, p. S3-15, 2010.

NIEDERLE, P. A. Afinal, que inclusão produtiva? A contribuição dos novos mercados alimentares. In: DELGADO, G. C.; BERGAMASCO, S. M. P. P. (Orgs.). **Agricultura familiar brasileira: desafios e perspectivas de futuro**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2017. p. 166-194.

NTZANI, E. E.; CHONDROGIORGI M.; NTRITSOS G.; EVANGELOU, E.; TZOULAKI, I. Literature review on epidemiological studies linking exposure to pesticides and health effects. **EFSA Supporting Publications**, v.10, n.10, p.497E, 2013.

O'KANE, G. A moveable feast: Contemporary relational food cultures emerging from local food networks. **Appetite**, v.105, p.218-31, 2016.

OGHBAEI, M.; PRAKASH, J. Effect of primary processing of cereals and legumes on its nutritional quality: A comprehensive review. **Cogent Food & Agriculture**, v.2, n.1, p. 1136015, 2016.

ONU. Organização das Nações Unidas. **The Sustainable Development Agenda**. 2020. Disponível em: http://www.un.org/sustainabledevelopment/development-agenda/. Acesso em: 27 set. 2020.

ONU. Organização das Nações Unidas. ONU News. **Pnuma: Brasil possui entre 15% e 20% da diversidade biológica mundial**. 2019. Disponível em: https://news.un.org/pt/story/2019/03/1662482. Acesso em: 27 set. 2020.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**, 2015. Disponível em: https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2015/10/agenda2030-pt-br.pdf. Acesso em: 27 set. 2020.

OPAS/OMS. Organização Pan-Americana da Saúde. Organização Mundial da Saúde. **Segurança dos alimentos é responsabilidade de todos**. Organização Pan-Americana da Saúde. Organização Mundial da Saúde, 2019. Disponível em: https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5960:seguranca-dos-alimentos-e-responsabilidade-de-todos&Itemid=875. Acesso em: 27 set. 2020.

PALUPI E.; JAYANEGARA A.; PLOEGER A.; KAHL J. Comparison of nutritional quality between conventional and organic dairy products: A meta-analysis. **J Sci Food Agric**, v. 92, n. 14, p. 2774-81, 2012.

POLONIO, M. L. T.; PERES, F. Consumo de aditivos alimentares e efeitos à saúde: desafios para a saúde pública brasileira. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.25, n.8, p.1653-1666, 2009.

POPKIN, B. M. Relationship between shifts in food system dynamics and acceleration of the global nutrition transition. **Nutrition Reviews**, v.75, n.2, p.73-82, 2017.

PORTO, M. F.; SOARES, W. L. Modelo de desenvolvimento, agrotóxicos e saúde: um panorama da realidade agrícola brasileira e propostas para uma agenda de pesquisa inovadora. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v.37, p.17-31, 2012.

POULAIN, J. P. **Sociologias da Alimentação: os comedores e o espaço alimentar**. Tradutores: Rossana Pacheco da Costa Proença, Carmen Silvia Rial e Jaimir Conte. Florianópolis: EDUFSC, 2012.

PRESCOTT-ALLEN, R.; PRESCOTT-ALLEN, C. How Many Plants Feed the World? **Conservation Biology**, v.4, n.4, p.365-74, 1990.

SABOURIN, E. Acesso aos mercados para a agricultura familiar: uma leitura pela reciprocidade e a economia solidária. **Rev Econ NE**, v.45, p.21-35, 2014.

SAMSEL, A.; SENEFF, S. Glyphosate, pathways to modern diseases II: Celiac sprue and gluten intolerance. **Interdisciplinary Toxicology**, v.6, n.4, p.159-84, 2013a.

SAMSEL, A.; SENEFF, S. Glyphosate's Suppression of Cytochrome P450 Enzymes and Amino Acid Biosynthesis by the Gut Microbiome: Pathways to Modern Diseases. **Entropy**, v.15, p.1416-1463, 2013b.

SCHIRONE, M.; VISCIANO, P.; TOFALO, R.; SUZZI, G. Editorial: Biological Hazards in Food. **Frontiers in Microbiology**, v.7, n.2154, 2017.

SECRETARIAT OF THE CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY. Cartagena **Protocol on Biosafety to the Convention on Biological Diversity**. Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2000.

SHAO, Q.; CHIN, K. V. Survey of American food trends and the growing obesity epidemic. **Nutrition Research and Practice**, v.5, n.3, p.253-9, 2011.

SMITH L. P.; NG, S. W.; POPKIN, B. M. Resistant to the recession: US adults maintain cooking and away-from-home eating patterns during times of economic turbulence. **American Journal of Public Health**, v.104, n.5, p.840–846, 2014.

SREDNICKA-TOBER, D.; BARANSKI, M.; SEAL, C.; SANDERSON, R. et al. Composition differences between organic and conventional meat: a systematic literature review and meta-analysis. **The British Journal of Nutrition**, v.115, n.6, p.994-1011, 2016.

SUSTAIN. **Serving up sustainability: A guide for restaurants and caterers on how to provide greener, healthier and more ethical food**. In: Sustain: the alliance for better food and farming, editor. London: Sustain; 2007.

SWANSON, N. L.; LEU, A.; ABRAHAMSON, J.; WALLET, B. Genetically engineered crops, glyphosate and the deterioration of health in the United States of America **Journal of Organic Systems**, v.9, n.2, 2014.

SWINBURN, B. A.; KRAAK, V. I.; ALLENDER, S. et al. The Global Syndemic of Obesity, Undernutrition, and Climate Change: The Lancet Commission report. **Lancet**, v.393, n.10173, p.791-846, 2019.

TAUXE, R. V.; DOYLE, M. P.; KUCHENMÜLLER, T.; SCHLUNDT J.; STEIN, C. E. Evolving public health approaches to the global challenge of foodborne infections. **Int J Food Microbiol**, v.139 Suppl 1, p.S16-28, 2010.

TERMOTE, C.; RANERI, J.; DEPTFORD, A.; COGILL, B. Assessing the potential of wild foods to reduce the cost of a nutritionally adequate diet: an example from eastern Baringo District, Kenya. **Food and Nutrition Bulletin**, v.35, n.4, p.458-79, 2014.

THOMAS, K.; KARL-HEINZ, E.; HELMUT, H. Rapid growth in agricultural trade: effects on global area efficiency and the role of management. **Environmental Research Letters**, v.9, n.3, p. 034015, 2014.

TROVATTO, C. M. M.; BIANCHINI, V.; DE SOUZA, C.; MEDAETS, J. P.; RUANO, O. A construção da política nacional de agroecologia e produção orgânica: um olhar sobre a gestão do primeiro plano nacional de agroecologia e produção orgânica. In: SAMBUICHI, R. H. R.; MOURA, I. F.; TUOMISTO HL, HODGE ID, RIORDAN P, et al. Does organic farming reduce environmental impacts? - A meta-analysis of European research. **Journal of Environmental Management**, v.112, p.309-20, 2012.

VAN BRUGGEN, A. H. C.; HE, M. M.; SHIN, K.; MAI, V.; JEONG, K. C; FINCKH, M. R.; MORRIS, J. G. Jr. Environmental and health effects of the herbicide glyphosate. **Science of The Total Environment**, v.616-617, p.255-268, 2018.

VAN DE VENTER. **Emerging food-borne diseases: a global responsibility**. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2000. Disponível em: http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/003/X7133m/x7133m01.pdf. Acesso em: 27 set. 2020.

VON EHRENSTEIN, O. S.; LING, C.; CUI, X.; et al. Prenatal and infant exposure to ambient pesticides and autism spectrum disorder in children: population based case-control study. **BMJ**, v.364, p. l962, 2019.

WEINTRAUB, K. The prevalence puzzle: Autism counts. **Nature**, v.479, n.7371, p.22-4, 2011.

WILKINSON, J. A pequena produção e sua relação com os sistemas de distribuição. In: WILKINSON, J. (Ed.). **Mercados, redes e valores: O novo mundo da agricultura familiar.** Porto Alegre: EDUFRGS, 2008.

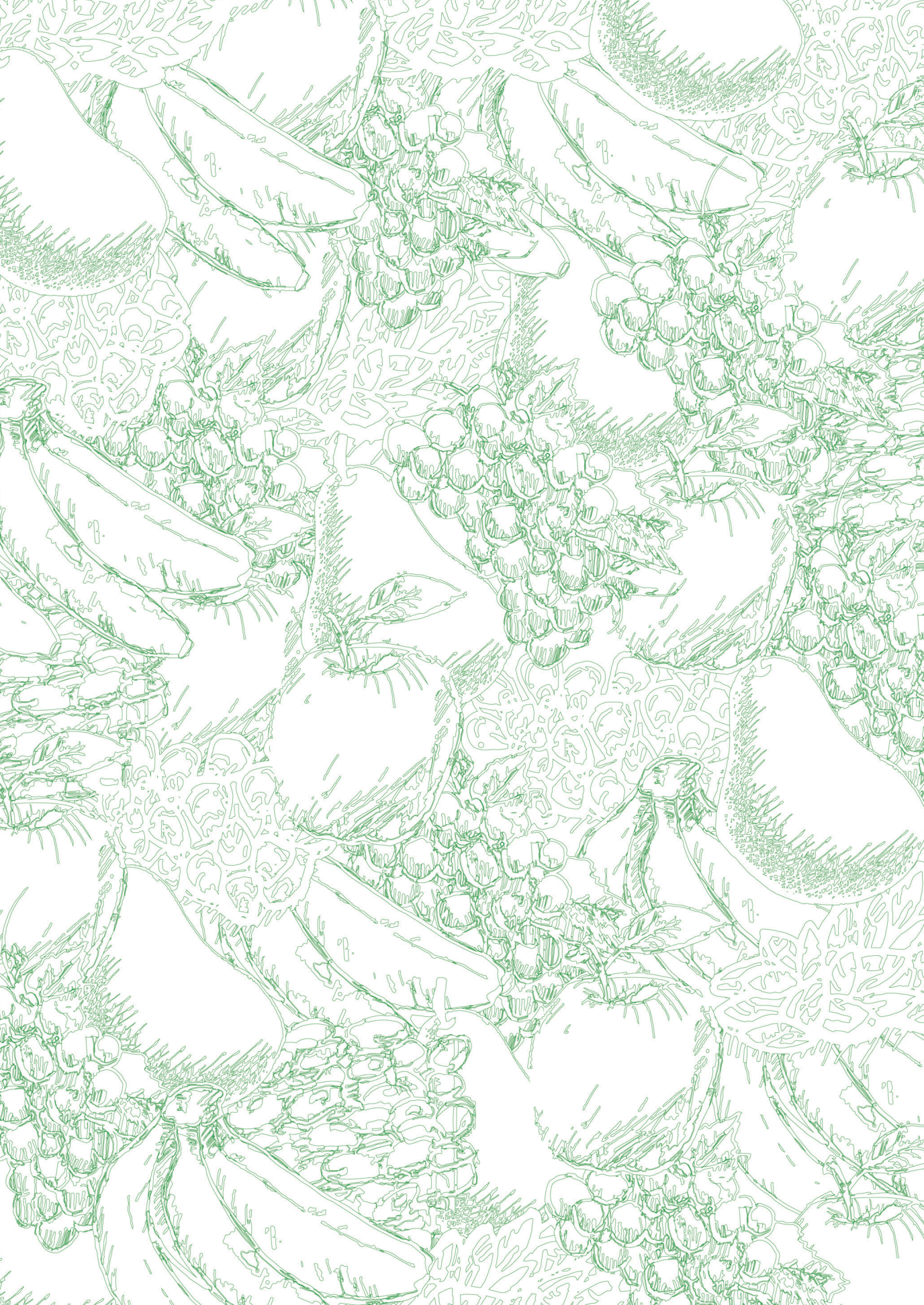
WHO. World Health Organization. **Obesity and overweight**. Disponível em: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight. Acesso em 30 set. 2020.

WHO. World Health Organization. **Healthy diet** 2020. Disponível em: http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs394/en/. Acesso em: 30 set. 2020.

WHO. World Health Organization. **Pesticide residues in food**. 2018. Disponível em: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/pesticide-residues-in-food. Acesso em: 30 set. 2020.

WHO. World Health Organization. **The World Health Report**. Geneva, Switzerland: World Health Organization, 2007.

UNITED NATIONS. Convention on Biological Diversity. Rio de Janeiro: United Nations, 1992.



O uso dos agrotóxicos e a exposição humana e ambiental

Autores

Lenita Agostinetto

Ana Emília Siegloch

Bruna Fernanda da Silva

Ivanise de Oliveira Goulart

Josiane Aparecida Farias Prado

Joatan Machado da Rosa

Resumo: O Brasil representa o maior mercado de compra e venda de agrotóxicos do mundo. O uso intensivo e sem restrição destes químicos pode ocasionar problemas à saúde humana, animal e ambiental, e interferir diretamente no equilíbrio ecológico do planeta. Deste modo, o objetivo deste capítulo foi dissertar sobre o impacto do uso dos agrotóxicos na saúde humana e no meio ambiente. Para isto, compilou-se informações oriundas de bibliografia científica (artigos científicos, teses, dissertações, dentre outros), livros e capítulos de livro e bibliografia técnica (manuais, relatórios, sites oficiais, dentre outros). Foram utilizados também resultados de pesquisas desenvolvidas a partir de dissertações de mestrado vinculada a linha de pesquisa Condição da Vida e Manejo Ambiental e ao Grupo de estudo interdisciplinar em saúde ambiental, do Programa de Pós Graduação em Ambiente e Saúde, UNIPLAC, Lages, SC, que tem desenvolvido pesquisas na área de gestão de resíduos e seus impactos no ambiente e na saúde. Este capítulo foi dividido em quatro itens. No primeiro, fez-se um levantamento geral sobre o uso dos agrotóxicos no Brasil e no estado de Santa Catarina, resgatando a legislação e as mudanças na legislação destes químicos no país, bem como, os agrotóxicos mais usados e comercializados. Já no segundo item foi abordado sobre o impacto do uso dos agrotóxicos sobre a saúde humana no Brasil, em Santa Catarina e na Região do Planalto Serrano Catarinense, neste item abordou-se, principalmente sobre as intoxicações agudas e crônicas. O terceiro item aponta sobre os impactos do uso intensivo e do manejo inadequado dos agrotóxicos sobre o meio ambiente, destacando-se os principais efeitos dos agrotóxicos nos diversos compartimentos ambientais. No quarto item, buscou-se discorrer sobre as boas práticas e os cuidados ao manejar agrotóxicos

para evitar a contaminação humana e ambiental, abordando questões referente a aquisição, transporte, armazenamento, uso de EPIs e descarte de embalagens vazias de agrotóxicos. Por fim, o texto foi finalizado com as considerações finais. Assim, espera-se que este capítulo possa servir como material didático de apoio a professores, estudantes de graduação e pós graduação, técnicos e a todos os profissionais das diversas áreas que se interessam nesta temática, uma vez que, o tema agrotóxicos tem sido debatido nas várias áreas de conhecimento de modo multi e interdisciplinar, pois envolve questões relacionados a agricultura, saúde pública, saúde única, além de questões sociais e educacionais. A todos uma boa leitura.

Panorama geral do uso dos agrotóxicos no Brasil

A agricultura é explorada de diversas formas dependendo da parte do mundo onde é desenvolvida, pois cada local possui suas particularidades geográficas, como tipo de solo, clima, dentre outros (MAZOYER; ROUDART, 2010). A partir, da "*Revolução Verde*" muitos incentivos foram amplamente facilitados à população mundial para estimular a produtividade agrícola, como aquisição de maquinários agrícolas, uso de sementes modificadas, fertilizantes e agrotóxicos (MONTEIRO, 2016).

Neste contexto, a produção agrícola iniciou um período de crescente aumento em nível mundial e o Brasil acompanhou esse panorama, sendo atualmente o segundo maior exportador mundial de produtos agropecuários, tais como, a soja, o algodão e a cana-de-açúcar (BRAGA *et al*., 2020). Essa produção também desempenha papel importante na economia do país, entretanto, aliado a esse crescimento em 2008, o país tornou-se o maior consumidor de agrotóxicos do mundo em termos de valor investido na compra e venda destes químicos (LONDRES, 2011; CARNEIRO *et al*., 2015; PIGNATI *et al*., 2017).

Segundo dados oficiais do Instituto Nacional do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, no ano de 2000 foram comercializadas pouco mais de 100.000 toneladas/ano de ingredientes ativos, enquanto no ano de 2018, esse valor ficou próximo de 600.000 toneladas/ano (BRASIL, 2019a). Segundo o IBAMA, o glifosato foi o agrotóxico mais comercializado no país no ano de 2018 (195.056,02 toneladas do ingrediente ativo), seguido dos ingredientes ativos 2,4-D (48.921,25 toneladas do ingrediente ativo), mancozebe (40.549,92), atrazina (28.799,34 toneladas do ingrediente ativo) e acefato (24.656,79 toneladas do ingrediente ativo) (BRASIL, 2019a).

Além disso, os dados preliminares do último censo agropecuário brasileiro apontam para o aumento do uso de agrotóxicos comparados ao censo de 2006 no Brasil, cujo crescimento foi de 20,4% no período de 2006 a 2018, mesmo havendo uma diminuição de 2,0% nos estabelecimentos agropecuários neste mesmo período (BRASIL, 2018a). Desse modo, dos 5.072.152 estabelecimentos agrícolas do país, 33% fazem o uso de agrotóxicos (BRASIL, 2018a).

Dados oficiais do IBAMA para o Estado de Santa Catarina em 2018 mostram que foram comercializadas 10.876,67 toneladas de ingredientes ativos de agrotóxicos (BRASIL, 2019a). Esses dados mostram ainda que o glifosato foi o agrotóxico mais comercializado no Estado no ano de 2018 (49.22,88 toneladas do ingrediente ativo), seguido do mancozebe (1.185,54 toneladas do ingrediente ativo) e do 2,4-D (501,04 toneladas do ingrediente ativo) (BRASIL, 2019a). No quadro 1 estão listados os três agrotóxicos mais usados, em termos de percentual de agricultores que os utilizam, em estudos realizados

nas localidades rurais dos municípios de São Joaquim - SC no cultivo de maçã (MORELLO et al., 2019), São José do Cerrito - SC no cultivo de soja, milho e feijão (EVARISTO, 2019) e no município de Ponte Alta - SC no cultivo de milho e feijão (PRADO, 2020).

Quadro 1 - Principais agrotóxicos utilizados por agricultores de municípios do Planalto Catarinense.

São Joaquim - SC				
Agrotóxico (Ingrediente ativo)	**Classe agronômica**	**Cultura**	**Número de pesquisados**	**Agricultores que utilizam (%)**
Mancozebe	Fungicida	maçã	82	78,05
Fenitrotiona	Inseticida	maçã	82	60,97
Captana	Fungicida	maçã	82	52,44
São José do Cerrito - SC				
Agrotóxico (Ingrediente ativo)	**Classe agronômica**	**Cultura**	**Número de pesquisados**	**Agricultores que utilizam (%)**
Glifosato e seu sais	Herbicida	soja	79	48,10
Trifloxistrobina + Protioconazol	Fungicida	soja	79	40,50
Flubendiamida	Inseticida	soja	79	20,20
Glifosato e seu sais	Herbicida	milho	79	48,10
Atrazina	Herbicida	milho	79	5,1
Trifloxistrobina + Protioconazol	Fungicida	milho	79	3,8
Glifosato e seu sais	Herbicida	feijão	79	17,72
Trifloxistrobina + Protioconazol	Fungicida	feijão	79	6,4
Bentazona	Herbicida	feijão	79	3,8
Ponte Alta - SC				
Agrotóxico (Ingrediente ativo)	**Classe agronômica**	**Cultura**	**Número de pesquisados**	**Agricultores que utilizam (%)**
Glifosato e seu sais	Herbicida	milho	65	90,77
Mesotriona	Herbicida	milho	65	7,7
Atrazina + nicossulfurom	Herbicida	milho	65	3,1
Glifosato e seu sais	Herbicida	feijão	31	54,8
fluazifope-P-butílico + fomesafem	Herbicida	feijão	31	16,1

**Para o cultivo do feijão em Ponte Alta foi apresentado dois princípios ativos apenas, pois houve um empate entre o percentual dos agricultores que utilizam os demais princípios ativos utilizados.
Fonte: Produção dos autores, baseados nas pesquisas de Morello et al. (2019), Evaristo (2019) e Prado (2020).

O uso intensivo dos agrotóxicos no Brasil, deve-se dentre outros fatores, aos modelos de agricultura intensiva instituída ao longo das últimas décadas e aos pacotes tecnológicos oferecidos, os quais envolvem a aquisição de fertilizantes, sementes melhoradas e agrotóxicos para combater as pragas (plantas daninhas, doenças e pragas) que inevitavelmente são constantes em grandes extensões de terras conduzidas sob monocultivo. Além disso, constata-se um apoio das políticas públicas de incentivos ao agronegócio no país. O Tribunal de Contas da União (TCU), em relatório lançado em 2018, traz dados sobre as desonerações tributárias da importação, produção e comércio de agrotóxicos no país, somente com dados obtidos pela exoneração de impostos do PIS/Pasep (Programa de Integração Social / Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público) e Confins (Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social) que tem a alíquota zero para os agrotóxicos, o país deixou de arrecadar cerca de 9 bilhões de reais entre os anos 2010 e 2017 (BRASIL, 2018b). O mesmo relatório destaca que o panorama é ainda mais amplo, pois esses dados não contemplam as desonerações de Imposto de Importação (II), o Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) e nem os Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviço (ICMS), que também beneficiam os agrotóxicos, sendo que o ICMS cobrado sobre estes químicos tem uma redução de 60%.

Nesse sentido, é perceptível que há décadas vem ocorrendo uma política governamental de incentivo ao uso de agrotóxico no território nacional, inversa aos países como União Europeia. Segundo Bombardi (2017) há dois mecanismos que explicam esses incentivos: 1) inicialmente há uma valorização desse movimento capitalista, atrelando o crescimento econômico do país ao uso de agrotóxicos; 2) há interesses e acordos entre as indústrias internacionais de agrotóxicos com os grandes monocultores do país.

Tanto é assim que o relatório do TCU aponta que os agrotóxicos obtêm essas exonerações fiscais independente de avalição do dano que o produto pode causar ao meio ambiente ou a toxicidade que pode provocar aos seres vivos. Além disso, o mesmo relatório ainda destaca fragilidades quanto à inexistência de um órgão responsável pela fiscalização e reavaliações periódicas dessas desonerações fiscais oferecidas aos agrotóxicos usados no país (BRASIL, 2018a).

Não obstante, o Brasil é um dos poucos países que ainda faz uso de alguns agrotóxicos como acefato, atrazina, entre outros. Os quais já são proibidos em países europeus, pois são considerados uma ameaça à saúde e ao ambiente, afetando o solo e a água, e, consequentemente, o homem (LONDRES, 2011; BOMBARDI, 2017). Além disso, ainda há comercialização clandestina de agrotóxicos. Os agrotóxicos, inseticidas, fungicidas e herbicidas são os mais relacionados ao contrabando.

O estado que apresenta destaque na comercialização clandestina é o Rio Grande do Sul, pois faz fronteira com o Uruguai. Além de não ser necessária a receita para a compra no país vizinho, e os preços são significativamente menores o que estimula a ação clandestina (MEYER; RESENDE; LONDRES, 2011). Da mesma maneira, os estados do Paraná, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul também apresentam destaque entre os estados que utilizam agrotóxicos não registrados e/ou proibidos, contribuindo para agravar os problemas de contaminação ambiental e humana (LEMOS; CARVALHO; ORTIZ, 2018).

Esse cenário nacional se apresenta controverso, pois o Brasil possui dispositivos legais de regulamentação de uso dos agrotóxicos que são considerados um dos mais avançados do mundo (FREITAS, 2008). A Lei base de regulamentação dos agrotóxicos no Brasil é a Lei 7.802 de 11 de julho de 1.989 a chamada "Lei dos Agrotóxicos" e define os agrotóxicos e os produtos afins como:

> "Produtos e ou agentes de processos físicos, químicos ou biológicos que tenham como finalidade alterar a flora ou fauna, a fim de proteger da ação danosa de seres vivos considerados nocivos; substâncias e produtos, empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores de crescimento; componentes: os princípios ativos, os produtos técnicos, suas matérias-primas, os ingredientes inertes e aditivos usados na fabricação de agrotóxicos e afins (BRASIL, 1989)."

De modo geral a "Lei dos Agrotóxicos" dispõe sobre pesquisa, experimentação, produção, embalagem e rotulagem, transporte, armazenamento, comercialização, propaganda comercial, utilização, importação, exportação, destino final dos resíduos e embalagens, registro, classificação, controle, inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, além de dar outras providências.

Para fins de comercialização, mesmo após as mudanças na classificação e rotulação, a Lei deixa claro que para que possam ser vendidos em território nacional os agrotóxicos devem ter em seus rótulos informações claras sobre a classificação tóxica do produto, as indicações de uso, o intervalo de segurança para as aplicações, as orientações para casos de acidentes (BRASIL, 1989).

Essa Lei dispõe ainda sobre as medidas de controle nacional de comercialização, sendo exigida apresentação de receituário agronômico fornecido por profissional habilitado e que estes produtos sejam previamente registrados na ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), IBAMA, MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária

e Abastecimento) e determina que os novos registros de agrotóxicos no país, sejam concedidos somente se a sua toxicidade para o meio ambiente e os seres humanos for comprovadamente igual ou menos prejudicial que os produtos já autorizados para a mesma finalidade, de modo que fica proibido o registro se forem reconhecidos pela ANVISA como produtos que apontam efeitos mutagênicos, teratogênicos ou carcinogênicos (BRASIL, 1989). Porém, somente no ano de 2019, foram autorizados para comercialização mais 262 produtos novos no país (BRASIL, 2019b).

Assim, com o propósito de organizar e definir a toxicidade dos agrotóxicos foi estabelecido, pelos órgãos de registro referente ao setor da saúde (ANVISA) e do ambiente (IBAMA), classificações dos ingredientes ativos à saúde e ao ambiente nos rótulos e na bula de cada produto. Sendo que, conforme o grau de toxicidade e/ou periculosidade uma cor é associada ao produto. Em 1º de agosto de 2019, a ANVISA lançou novos critérios de avaliação e classificação toxicológica para os agrotóxicos, com a premissa de torná-los mais claros (Quadro 2), essa classificação tem como principal mudança o aumento de quatro para cinco classes toxicológicas e a criação de um item denominado – sem classificação - para produtos considerados com baixíssimo potencial de dano (BRASIL, 2019c).

Nessa alteração foram reclassificados um total de 1.942 produtos agrotóxicos. Na figura 1 está demonstrado o montante de agrotóxicos que passaram de uma classe para outra após o marco regulatório da reclassificação emitido pela ANVISA.

Nesse sentido, essa alteração que propõe uma aproximação com as classificações toxicológicas utilizadas na Europa, dos 647 produtos que eram considerados extremamente tóxicos somente 43 permaneceram com essa classificação, além disso, observa-se na figura 1 que na classe identificada como “improvável de causar dano” já aparecem 899 produtos. Assim, uma nova reclassificação exige mudanças de paradigmas na prática agrícola, visto que alguns agricultores interpretam o risco toxicológico com base somente nas cores utilizadas nos rótulos, como foi visto em uma pesquisa realizada em Culturama – MG onde os agricultores afirmaram ter mais cuidado com os produtos cujas embalagens continham rótulos vermelhos (RECENA; CALDAS, 2008).

Quadro 2 - Classificação dos agrotóxicos quanto à toxicidade à saúde e as alterações de acordo com a reclassificação que devem estar presentes nos rótulos das embalagens dos agrotóxicos e nas respectivas bulas.

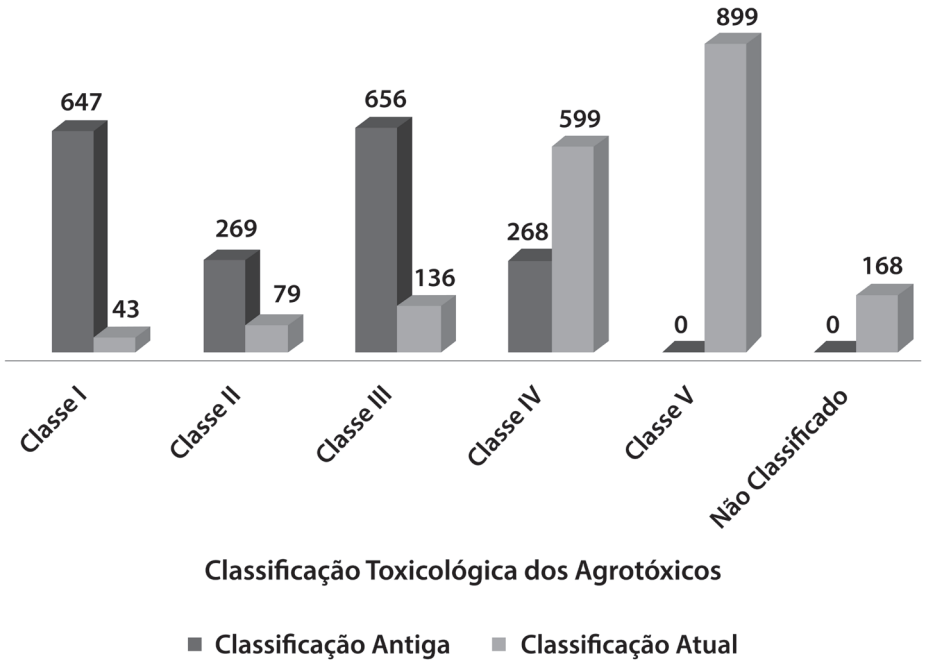
Classe	Toxicidade (Antiga Classificação)	Cor do Rótulo	Simbologia	Toxicidade (Reclassificação)	Cor do Rótulo	Simbologia
I	Extremamente tóxico	Vermelho		Extremamente tóxico	Vermelho	
II	Altamente tóxico	Amarelo		Altamente tóxico	Vermelho	
III	Moderadamente tóxico	Azul		Moderadamente tóxico	Amarelo	
IV	Pouco tóxico	Verde		Pouco tóxico	Azul	
V	Improvável de Causar Dano				Azul	
	Não classificado				Verde	

Fonte: Produção dos autores com base em informações de documentos da ANVISA e MADEIRA (BRASIL, 2019c; MADEIRA, 2018).

Associado a essas mudanças na classificação, a alteração na rotulagem também pode prejudicar a prática agrícola, tendo em vista que a simbologia "caveira" que era anteriormente utilizada em todos os produtos, trazia uma noção de maior risco no manejo desses produtos, pois constituía-se uma forma de alerta, principalmente aos agricultores que não sabem ler nem escrever. Essa afirmação é respaldada pelos dados do último Censo Agropecuário brasileiro, o qual relatou que em mais de 783 mil estabelecimentos agropecuários há produtores rurais que

nunca frequentaram a escola, sendo que 22,6% dos homens e 24,8% das mulheres não sabe ler e escrever, e mostra ainda que a maioria dos agricultores e agricultoras possuem apenas o ensino fundamental (BRASIL, 2017). O mesmo acontece na Região Serrana de Santa Catarina onde pesquisas têm demonstrado que o nível de escolaridade que predomina entre os agricultores é o ensino fundamental, muitas vezes incompleto (MORELLO *et al*., 2019; EVARISTO, 2019; PRADO, 2020).

Figura 1 - Quantitativo de agrotóxicos em cada classe antes e após a reclassificação toxicológica emitida pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).



Classificação antiga: I - Extremamente Tóxico; II - Altamente Tóxico; III - Moderadamente Tóxico; IV - Pouco Tóxico. **Classificação atual: I** - Extremamente Tóxico; II - Altamente Tóxico; III - Moderadamente Tóxico; IV - Pouco Tóxico; V – Improvável de causar dano; VI – Não classificado.
Fonte: Goulart (2020) e (BRASIL, 2019c).

Em relação a Lei nº 7.802 destaca-se que o descarte e a destinação das embalagens vazias dos agrotóxicos era ainda um item pouco explorado. Para suprir esta deficiência é lançada a Lei 9.974/2000, regulamentada pelo Decreto 4074/2000, que define como responsabilidade dos usuários, a realização da tríplice lavagem das embalagens rígidas que contenham produtos que sejam dissolvidos em água e também o retorno dessas embalagens ao estabelecimento comercial ao prazo de até um ano, após a data da compra (BRASIL, 2000). Deste modo, estipulou-se a logística reversa das embalagens vazias de agrotóxicos, cujo processo é de responsabilidade

compartilhada entre usuários, comerciantes e fabricantes. Portanto, o agricultor se responsabiliza pelo retorno da embalagem ao local de compra. O comerciante deve receber as embalagens vazias do usuário a fim de encaminhá-las a centrais ou postos de recolhimento e finalmente o fabricante é responsável pela destinação adequada das embalagens vazias de agrotóxicos, seja reutilização, reciclagem ou inutilização conforme instrução dos órgãos que realizam o registro desses produtos, devido ao seu potencial tóxico ao meio ambiente e aos seres vivos (BRASIL, 2000).

Visando fomentar práticas adequadas para a destinação ambientalmente correta aos resíduos sólidos no Brasil, foi instituída a Política Nacional de Resíduos Sólidos pela Lei 12.305/2010, que define as classificações desses resíduos quanto a sua origem e periculosidade, sendo os agrotóxicos classificados como resíduos agrossilvopastoris e são definidos como perigosos nesta Lei. Assim, a partir do Artigo 33, se reafirma a responsabilidade partilhada pelo ciclo de vida e pela destinação desses resíduos, e torna obrigatoriedade dos comerciantes, fabricantes, importadores e distribuidores implementar e estruturar a articulação da logística reversa dos resíduos sólidos e das suas embalagens no país, inclusive dos agrotóxicos (BRASIL, 2010).

Diante disso, houve a necessidade de se criar um instituto que ligasse todos os membros da cadeia da logística reversa (fabricantes, comerciantes e usuários de agrotóxicos), bem como gerenciasse o sistema. Assim foi criado o Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias (inPEV) em 14 de dezembro de 2001 por meio da reunião de 27 fabricantes e sete entidades agrícolas. O inPEV possui um sistema de logística reversa de embalagens vazias de agrotóxicos, chamado Sistema Campo Limpo que abrange todas as regiões do país (inPEV, 2018). Este sistema tem tornado o país referência mundial no recolhimento de embalagens vazias de agrotóxicos

De modo geral, estas leis que controlam o uso, o comércio e a destinação dos resíduos dos agrotóxicos no Brasil, apesar de bem estruturadas, ainda podem apresentar deficiências. Por outro lado, graças às regulamentações dadas por estes instrumentos legais é que a circulação destes químicos no país não se encontra em cenário pior do que presenciado.

Porém, com o pretexto de que a Lei 7.802/89 é muito rigorosa e está desatualizada, em 25 de julho de 2018, foi aprovada em Comissão Especial do Congresso Federal um projeto de lei que altera a Lei 7.802/1989. Este projeto de Lei conhecido como “PL do veneno”, o PL 6299/2002, traz como proposta, entre outros aspectos, flexibilizar a Lei 7802/89 para a circulação e registro de novos ingredientes ativos de agrotóxicos (GURGEL; MORAES, 2018). Algumas das alterações propostas neste PL é: conceder

registro temporário a ingredientes ativos de agrotóxicos mesmo sem a conclusão das análises dos órgãos responsáveis pela saúde e o meio ambiente; alteração na forma de registro destes produtos passando a responsabilidade e autonomia ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, sendo que os demais ministérios não terão poder de veto sobre novos produtos a serem registrados; dá abertura para o registro de substâncias se as mesmas apresentarem riscos aceitáveis quanto alterações hormonais, carcinogênicas, teratogênicas; propõe ainda que o termo "agrotóxico" seja substituído por "pesticidas" justificado pela padronização a nível internacional o uso dessa nomenclatura e também por o termo "agrotóxico" comprometer a comercialização destes produtos no país por apresentar caráter depreciativo, dentre outras alterações (GURGEL; MORAES, 2018).

É notável que estas alterações tendem a fragilizar o processo legal que vigora no país e reflete em retrocesso político e social, tendo em vista que as leis devem beneficiar a população e garantir à população acesso a alimentos seguros. A Organização das Nações Unidas, a Comissão Científica em Vigilância Sanitária e outros setores governamentais manifestam sua preocupação com a nova proposta de lei dos agrotóxicos, cujas mudanças violam os direitos humanos dos trabalhadores rurais, das comunidades próximas a áreas de plantações, além de possibilitar o aumento das contaminações dos alimentos para consumo humano, dentre outros problemas vinculados à saúde e ao meio ambiente (ONU, 2018).

Vale destacar que os riscos ambientais e de saúde decorrentes do uso mal regulamentado dos agrotóxicos podem não se limitar apenas ao território brasileiro, uma vez que o Brasil é exportador de diversos produtos agrícolas (frutas cítricas, café, milho, frutas, legumes, arroz, soja e açúcar), que são geralmente produzidos da mesma maneira que os produtos consumidos internamente, assim, corre-se o risco de exportar produtos que possam conter resíduos de substâncias ativas atualmente proibidas ou de uso restrito na Europa, o que pode afetar a segurança alimentar global e comprometer o agronegócio brasileiro (BRAGA *et al*., 2020).

Portanto, a mudança da legislação dos agrotóxicos no Brasil pode interferir na segurança alimentar globalmente, que combinado com um desmantelamento de políticas ambientais e de saúde pública impacta diretamente o desempenho do agronegócio brasileiro, por desconfiança de importadores de commodities tradicionais (ABESSA, 2019; COELHO *et al*., 2019). A Rússia, por exemplo, considerou recentemente suspender importações de soja brasileira devido a presença de resíduos de agrotóxicos (COELHO *et al*., 2019). Deste modo, é preciso repensar as políticas que estão sendo implementadas no país atualmente, buscar sustentabilidade nos sistemas produtivos e a preservação dos serviços ecossistêmicos para a manutenção do agronegócio brasileiro,

uma vez que, mudanças nas regulamentações podem trazer consequências drásticas tanto ao meio ambiente quanto ao agronegócio seja em nível nacional como global de modo intersetorial e transfronteiriço (BRAGA *et al*., 2020).

Os problemas associados ao uso dos agrotóxicos se devem a grande capacidade de dispersão destes químicos, cujas consequências podem ser percebidas em muitos compartimentos ambientais (PERES; ROZEMBERG, 2003). Neste contexto, autores corroboram em suas pesquisas sobre as consequências negativas do uso intensivo dos agrotóxicos sobre a saúde, meio ambiente, água, solo, ar, alimentos, polinizadores e até mesmo leite materno (ARAÚJO, 2007; POTTS *et al*., 2010; JARDIM *et al*., 2014; SARWAR, 2015; ALBUQUERQUE, 2017; COSTA *et al*., 2017; JEGEDE, 2017; LIU, 2017; SANCHES *et al*, 2017; OLIVEIRA, 2018; EVARISTO, 2019; GOMES *et al*., 2020; PRADO, 2020).

Neste sentido, os agrotóxicos podem colocar em risco a Saúde Única (*One Health*), que envolve a interrelação indissociável entre saúde humana, ambiental e animal (CDC, 2018). As consequências do uso dos agrotóxicos na Saúde Única, principalmente devido às alterações de características funcionais e processos mediados pelo solo ou pelo microbioma foliar, permanecem insondáveis (RAMAKRISHNAN *et al*., 2019). Esses autores relatam ainda que os alimentos, rações e forragens contaminados, não apenas com agrotóxicos, mas também com os microrganismos subsistentes e degradantes de agrotóxicos e/ou antibióticos ou antimicrobianos, podem contribuir indiretamente para a saúde precária de animais e seres humanos.

Em suma, as práticas de uso intensivo dos agrotóxicos no campo podem ocasionar agravos à saúde dos agricultores e de todos os consumidores de produtos de origem vegetal e animal, muitas vezes sem a percepção dos riscos associados, além dos efeitos diretos no meio ambiente que podem interferir diretamente na saúde das populações. Neste sentido, abaixo são descritos alguns dos principais impactos destes químicos à população humana e ao meio ambiente.

Impactos do uso intensivo dos agrotóxicos sobre a saúde humana no Brasil, em Santa Catarina e na Região do Planalto Serrano Catarinense

Os agrotóxicos podem ocasionar danos à saúde por intermédio das exposições diretas ou indiretas. A exposição direta ocorre quando o agrotóxico entra em contato

direto com a boca, pele, nariz (pulmões) ou olhos durante o preparo, aplicação ou em qualquer tipo de manuseio com os agrotóxicos, neste caso, associada principalmente com a exposição ocupacional atrelada ao trabalhador rural (PETRY, 2011). Já a exposição indireta aos agrotóxicos ocorre sem existir contato direto do produto com os indivíduos e pode acontecer por intermédio do consumo de alimentos contaminados, contaminação do ar, solo, água, dentre outros (PETRY, 2011).

As principais vias de exposição aos agrotóxicos, seja por exposição direta ou indireta são: dérmica (pele e mucosas), via respiratória (nariz, pulmões) e via digestiva (ingestão) ou por contato ocular e podem determinar quadros de intoxicação aguda ou crônica (INCA, 2015; PETRY, 2011).

As intoxicações agudas são aquelas que ocorrem em até 48 horas após a exposição aos agrotóxicos, sendo que a maior toxicidade às exposições se dá por via oral, seguida da inalatória e dérmica, respectivamente (THUNDIYIL *et al*., 2008; KLAASSEN; WATKINS, 2012). A intoxicação pode se apresentar de forma imediata, no caso das agudas e, os efeitos destes vão se diferenciar conforme a via de exposição e absorção, o tipo de agrotóxicos e adjuvantes utilizados, podendo ainda ser influenciado por questões externas como a temperatura e umidade do ar, direção do vento no momento da aplicação, uso de equipamentos de proteção individual, tempo de exposição, presença de lesões prévias na pele, atividade exercida pelo sujeito exposto, dentre outros (FERREIRA; MATOS; RIGOTTO, 2009; KLAASSEN; WATKINS, 2012).

Em relação aos tipos de agrotóxicos relacionados aos casos de intoxicação, a classe dos inseticidas corresponde a um deles. Dentre os principais inseticidas que foram ou ainda são utilizados amplamente na agricultura para controle de insetos, destacam-se aqueles pertencentes aos grupos químicos organoclorados, organofosforados, carbamatos, piretroides e neonicotinoides (KLAASSEN; WATKINS, 2012). O principal local de ação destes inseticidas é o sistema neurológico dos seus alvos. Deste modo podem ocasionar sérios problemas aos humanos, uma vez que, o sistema neurológico dos insetos e dos mamíferos difere muito pouco na sua constituição e funcionamento facilitando o processo de intoxicação aguda, principalmente por via inalatória e ingestão (KLAASSEN; WATKINS, 2012).

Na exposição inalatória dos inseticidas, as vias aéreas superiores e inferiores são diretamente atingidas, especialmente os alvéolos, local onde ocorrem as respostas tóxicas, a partir do momento que estes produtos atingem a circulação pulmonar espalham-se pelo organismo por intermédio do sangue, aparecendo os sintomas da intoxicação aguda, como: ardência na boca e nariz, salivação intensa; tosse, coriza; falta de ar, entre outros (KLAASSEN; WATKINS, 2012).

Os inseticidas organofosforados atuam na inibição da enzima acetilcolinesterase, a qual é responsável pela hidrólise do neurotransmissor acetilcolina. Na ausência dessa enzima, ocorre acúmulo de acetilcolina na fenda sináptica prejudicando a transmissão dos impulsos do sistema nervoso, desencadeando estados de hiperexitação (OGA; CAMARGO; BATISTUZZO, 2014). Os autores assinalam ainda que os sintomas causados por esse acúmulo de acetilcolina compõem a chamada síndrome colinérgica, que é composta por sintomas de alterações dos receptores muscarínicos e nicotínicos, ocasionando assim, sintomas muscarínicos e nicotínicos, conforme descrito no quadro 3.

Deste modo, os inseticidas organofosforados causam grande preocupação para saúde pública em nível mundial, pois são responsáveis por mais de 100.000 mortes e mais de dois milhões de internações ao ano. Preocupação essa que tem como foco os envenenamentos graves por intoxicação aguda, que podem levar a morte. Além disso, também são perigosos em baixas concentrações, pois esses ingredientes ativos são absorvidos pelos intestinos, pulmões e pele (EDDLESTON, 2016). Não obstante, 70% das intoxicações agudas se remetem aos inseticidas organofosforados, já que a maioria deles estão encontrados nas classes toxicológicas mais altas (HORT, 2016).

Quadro 3 - Sintomas de intoxicação muscarínicos e nicotínicos dos organofosforados.

Sintomas de intoxicação muscarínicos por organofosforados	Sintomas de intoxicação nicotínicos por organofosforados
salivação função intestinal aumentada diarreia tremores agitação ansiedade tontura confusão mental, taquicardia, hipotensão, hiperglicemia, glicosúria crises convulsivas, coma parada respiratória.	sudorese hipersecreção fraqueza contrações musculares contrações dos músculos do pescoço contrações dos músculos respiratórios

Fonte: produção dos autores baseados nas pesquisas de Thundiyil et al., 2008; Klaassen; Watkins, 2012; Eddleston, 2016.

Outro grupo químico de inseticidas atualmente utilizados e que podem

provocar intoxicações são os carbamatos. Estes inseticidas atuam da mesma forma que os organofosforados, provocando a inibição da acetilcolinesterase, porém são rapidamente absorvidos e eliminados, apresentando como sintomas das intoxicações agudas miose, salivação excessiva e diarreia (KLAASSEN; WATKINS, 2012; THUNDIYIL *et al*., 2008). Além disso, a intoxicação por carbamatos podem provocar embriotoxicidade e fetotoxicidade em gestantes (KLAASSEN; WATKINS, 2012).

Para que possam ser confirmadas as intoxicações por organofosforados e carbamatos, além da avaliação clínica associada a exposição por esses ingredientes ativos, é recomendado o teste de colinesterase, conforme orientação da NR7, que dispõe sobre programa de controle médico de saúde ocupacional. Esse exame deve ser realizado, no mínimo, semestralmente em trabalhadores expostos a esses grupos químicos, a fim de avaliar se esses trabalhadores não possuem exposição excessiva a esses ingredientes ativos (BRASIL, 2013). Entretanto, muitos agricultores ainda desconhecem o teste ou o realizam eventualmente. Pesquisa realizada no município de São Joaquim, SC demonstrou que dos 82 agricultores pesquisados 33% realizam o exame de colinesterase de modo esporádico (OLIVEIRA, 2018).

Outra classe importante de inseticidas são os piretroides e esses correspondem a 25% da comercialização do mercado mundial de inseticidas, sendo rotineiramente usados na saúde pública para controle de escabiose e piolhos. Esse apresenta baixa toxicidade a mamíferos, mas são absorvidos rapidamente nas exposições por via oral e inalatória e tem baixa absorção dérmica, em pele intacta e podem ocasionar diversos sintomas relacionados ao sistema nervoso periférico e ao sistema nervoso central (SANTOS; AREAS; REYES, 2007). Os principais sintomas de intoxicação relacionados a este grupo químico referem-se ao aumento da sensibilidade a estímulos, crises convulsivas, formigamentos, entorpecimento e sensação de queimação (KLAASSEN; WATKINS, 2012; SANTOS; AREAS; REYES, 2007).

Em relação aos inseticidas neonicotinoides, estes apresentam baixa absorção por via cutânea e a absorção gastrointestinal chega a 92% (OGA; CAMARGO; BATISTUZZO, 2014). O quadro clínico apresentado por indivíduos intoxicados por esses químicos inclui tremores, sonolência, tonturas, vômitos, desorientação, sudorese, incoordenação podendo evoluir à taquipneia, fibrilação ventricular, convulsões e morte (BATISTUZZO, 2014; EDDLESTON, 2016; OGA; CAMARGO).

Já os inseticidas organoclorados, cujo uso é proibido há décadas no Brasil devido seu potencial mutagênico e teratogênico, podem apresentar moderada letalidade em casos de intoxicações agudas e quando na ocorrência destas, o indivíduo afetado pode apresentar sintomas como agitação motora, sensação de medo, tremor, parestesia bucal tontura, sensibilidade a luz, sons e ao toque

e em casos mais graves podem ser observadas crises convulsivas tônico-clônicas (KLAASSEN; WATKINS, 2012; THUNDIYIL *et al*., 2008). Devido a sua capacidade de bioacumulação, principalmente em tecidos adiposos, as consequências mais frequentes das exposições a esses xenobióticos são observadas a longo prazo, provocando intoxicações crônicas.

Em relação a classe dos herbicidas, destaca-se o glifosato, que atualmente é o ingrediente ativo mais comercializado no Brasil (BRASIL, 2019a). Devido a sua ampla utilização, são frequentes os casos de intoxicações por este químico, entretanto, são raros os casos de exposição inalatória e cutânea, sendo mais frequentes os casos de intoxicações por ingestão intencional (OGA; CAMARGO; BATISTUZZO, 2014). Esses mesmos autores ainda apontam que quando absorvido pelo trato gastrointestinal, o indivíduo pode apresentar náuseas e vômitos, hiperemia da mucosa, aumento da salivação, ulceração, esofagite e gastrite e em suas formas mais graves de intoxicações podem ocorrer sangramentos intestinais, desidratação e distúrbios hidroeletrolíticos, confusão mental e até mesmo perda de consciência.

Em pesquisa realizada no município de São José do Cerrito, SC com 79 agricultores 40 informaram sentir ao menos um sintoma de intoxicação ao manusear agrotóxico, sendo que a maioria dos agricultores relataram que o sintoma estava relacionado com a exposição ao herbicida glifosato. Os sintomas associados à sua exposição foram vômito, tonteiras/vertigens e dor de cabeça (EVARISTO, 2019). Da mesma forma pesquisa realizada em Ponte Alta, SC dos 80 agricultores pesquisados 46 mencionaram sentir sintoma de intoxicação e associaram ao uso de agrotóxico, sendo que o glifosato também foi o agrotóxico mais relacionado aos sintomas de intoxicação, cujos principais sintomas foram irritação e manchas na pele, tonteira/vertigem, náuseas e dor de cabeça (PRADO, 2020). No município de São Joaquim, SC agricultores expostos ao glifosato também manifestaram sintomas de náuseas, vômitos e falta de ar ao manuseá-lo (OLIVEIRA, 2018).

Quanto aos herbicidas clorofenoxiacéticos, cujo principal representante é o 2,4 – diclorofenoxi acético (2,4-D) (KLAASSEN; WATKINS, 2012), são produtos que pouco se tem conhecimento sobre o seu mecanismo de ação no organismo humano, mas estão associados a alterações na produção de energia celular, o que pode comprometer importantes funções, como por exemplo, a síntese de proteínas do DNA, formato celular por afetar o citoesqueleto, sendo essa uma possível justificativa para os sintomas neuromusculares (OGA; CAMARGO; BATISTUZZO, 2014). Deste modo, as intoxicações agudas causadas por estes produtos se apresentam inicialmente por queixas como queimação na boca e na garganta, náuseas, dor abdominal e podem apresentar suor abundante, vômitos,

hiperventilação, hipotensão, relaxamento muscular lento (miotonia) e pode evoluir ao coma (EDDLESTON, 2016). Segundo pesquisas realizadas com agricultores na Serra Catarinense, a exposição ao herbicida 2,4 D provocou nos agricultores expostos dor de cabeça (EVARISTO, 2019), dor abdominal, respiração difícil e ocorrência de câimbras (PRADO, 2020).

Os herbicidas bipiridílicos, cuja classe pode ser representada pelo paraquat, são de importante destaque pela gravidade das intoxicações agudas ocasionadas (BRASIL, 2017; CARNEIRO *et al*., 2015). Salienta-se que este ingrediente ativo já é proibido na Europa e segundo a Resolução de Diretoria Colegiada – RDC Nº 177, de 21 de setembro de 2017 da Anvisa, o produto não poderá mais ser produzido, comercializado e utilizado em todo o território nacional a partir de setembro de 2020. Pesquisas realizadas na Serra Catarinense demonstraram o uso do paraquat pelos agricultores da região: em São Joaquim, SC a quantidade média foi de 15 litros/safra relatada por 82 pomicultores (MORELLO *et al* 2019; OLIVEIRA, 2018); em São José do Cerrito, SC, dos 79 agricultores que cultivam grãos (milho, soja e feijão), o uso médio foi de 11,7 litros/safra (EVARISTO, 2019; PEDROSO, 2019); e em Ponte Alta, SC em pesquisa com 65 produtores de milho o uso médio foi de 12 litros/safra (PRADO, 2020).

Intoxicações agudas provocadas por ingredientes ativos da classe dos dipiridílicos, como o paraquat, manifestam-se a partir dos sintomas como náuseas, vômitos e dor abdominal, podendo ocorrer lesões ulcerativas na língua e cavidade oral, orofaringe, disfagia, dificuldade de expectoração de secreções salivares, dispneia, evoluindo para insuficiência renal aguda, acidose metabólica e fibrose pulmonar, já que após a absorção ocorre a distribuição de forma sistêmica destes químicos pelo organismo que tendem a se concentrar em maior quantidade nos rins, pulmões e nos músculos, havendo possibilidade de evolução para óbito (CAMARGO; BATISTUZZO, 2014; EDDLESTON, 2016; OGA). Salienta-se que pesquisa de Evaristo (2019), realizada na região serrana do estado de Santa Catarina, os agricultores expostos ao herbicida paraquat mencionaram sentir tonteira/vertigem, náusea, dor de cabeça e dificuldade respiratória.

Outra classe importante de agrotóxicos utilizados na agricultura refere-se aos fungicidas, sendo os principais grupos químicos dessa classe os ditiocarbamatos e ftalamidas que causam problemas à saúde (CARNEIRO *et al*., 2015).

Os fungicidas do grupo ditiocarbamatos são divididos entre dois grupos dimetilditiocarbamato e etilenebisditiocarbamato. As intoxicações provocadas por dimetilditiocarbamato apresentam um quadro clínico de náuseas, vômitos, cefaleia intensa latejante, tonturas, fraqueza, confusão mental, dispneia, dor

torácica e abdominal, sudorese e vermelhidão cutânea e são causadas pela inibição da enzima acetaldeído desidrogenase (OGA; CAMARGO; BATISTUZZO, 2014). Já etilenebisditiocarbamato estão principalmente representados pelos ingredientes ativos maneb e mancozebe e são pouco relatadas intoxicações agudas por esse tipo de ingredientes ativos, os relatos apontam casos de insuficiência renal e também estão associados com alterações na glândula da tireoide (OGA; CAMARGO; BATISTUZZO, 2014). Destaca-se que o mancozebe é o agrotóxico mais utilizado por agricultores de uma região produtora de maçã na Serra Catarinense (Quadro 1). Nesta região o mancozebe foi responsável por ocasionar os seguintes sintomas de intoxicação em pomicultores expostos: dor de cabeça, náuseas e vômitos, tosse e irritação ocular (OLIVEIRA, 2018). Salienta-se ainda que nesta mesma pesquisa, dos 82 pomicultores pesquisados, 13 afirmaram que já se intoxicaram durante ou após aplicação de agrotóxicos, sendo que o mancozebe foi um dos agrotóxicos mencionados como causador destas intoxicações.

Ainda na classe dos fungicidas, destaca-se o grupo químico das ftalimidas e os ingredientes ativos mais importantes de largo espectro de ação são o captan e folpet (KLAASSEN; WATKINS, 2012). Segundo os mesmos autores estes produtos são importantes irritantes oculares, entretanto, apresentam baixa absorção dérmica e estão associados a irritação de pele e mucosas e dermatite, nas exposições inalatórias provocam irritação de vias aéreas e broncoespasmo e na ingestão apresentam baixa toxicidade, podendo se manifestar por náuseas, vômitos, diarreia, cefaleia. Além disso, ainda na classe dos fungicidas existem os triazois que são bastante utilizados na agricultura e tem uma rápida absorção e excreção em mamíferos e talvez por isso são considerados de baixa toxicidade, os sintomas normalmente envolvem náuseas, vômitos e dor abdominal (OGA; CAMARGO; BATISTUZZO, 2014). Destaca-se que no cultivo da soja e do milho em São José do Cerrito, SC a mistura de triazol e estrubilurina está entre os agrotóxicos mais consumidos pelos agricultores (Quadro 1), porém, os casos e os sintomas de intoxicação relatados pelos trabalhadores rurais da região não estão associados a exposição por estes ingredientes ativos (EVARISTO, 2019), talvez por serem rapidamente excretados pelo organismo.

Portanto, muitas são as classes, grupos químicos e ingredientes ativos de agrotóxicos utilizados no Brasil, sendo que a ocorrência de intoxicação por classe e grupo químico de agrotóxico tem um cuidado específico e distinto, dependendo do agente químico ao qual o indivíduo foi exposto. Deste modo, há alguns critérios para definição de caso padrão de uma intoxicação aguda que estão divididas em possíveis, prováveis e improváveis ou desconhecidas, dependendo do quadro sintomatológico do indivíduo exposto (THUNDIYIL *et al*., 2008). Tais critérios servem como vigilância aos casos de intoxicações agudas por agrotóxicos, mesmo em áreas rurais, seja por

relato das queixas do intoxicado ou por avaliação de um profissional de saúde.

As intoxicações agudas são definidas como possíveis quando há simultaneamente exposição a agentes tóxicos ou presença de resíduos destes relacionados com dois ou mais sintomas mensuráveis por profissionais de saúde (taquicardia, taquipneia, febre, hipotensão, entre outros) ou exames laboratoriais e a relação entre os sintomas e o agente tóxico ao qual o indivíduo foi exposto (THUNDIYIL *et al*., 2008). Segundo os mesmos autores, os casos prováveis de intoxicação são aqueles que apresentaram exposição aos agentes tóxicos ou presença de resíduos destes relacionados com três ou mais sintomas de intoxicação e relação entre o agrotóxico exposto e os sintomas relatados pelo indivíduo.

Os sintomas improváveis são aqueles onde não há histórico de exposição aos agrotóxicos e apresenta um sintoma subjetivo sem associação de causa e efeito com agentes tóxicos (THUNDIYIL *et al*., 2008). Deste modo, dois sintomas de intoxicação relatados por um mesmo trabalhador rural são considerados um possível caso de intoxicação por agrotóxico, enquanto três ou mais sintomas é considerado um caso provável de intoxicação, mesmo sem a comprovação por meio de diagnóstico médico ou exames laboratoriais (THUNDIYIL *et al*., 2008). Tal padronização facilita a gestão médica imediata da intoxicação por agrotóxicos e auxilia na estimativa de sua incidência (THUNDIYIL *et al*., 2008).

Seguindo neste raciocínio, pesquisas efetuadas em municípios da Serra Catarinense mensuraram a manifestação de casos possíveis e prováveis de intoxicação de trabalhadores rurais baseando-se na teoria de Thundiyil *et al*. (2008). No quadro 4 está apresentado o percentual de casos possíveis e prováveis de intoxicação por agricultores de cada município pesquisado.

Ainda em relação ao quadro 4, na pesquisa de Evaristo (2019) realizada no município de São José do Cerrito, SC houve associação significativa, pelo teste qui quadrado, entre indivíduos que apresentaram três sintomas de intoxicação com aqueles que informaram ter sofrido intoxicação por agrotóxico pelo menos uma vez na vida ($p< 0,014$). Ou seja, o maior percentual dos indivíduos que informou ter apresentado três sintomas de intoxicação também informou que sofreram intoxicação por agrotóxico, evidenciando que a manifestação de três ou mais sintomas de intoxicação representam um caso provável de intoxicação por agrotóxico, conforme ressalta Thundiyil *et al*. (2008). Ainda, no município de Ponte Alta, SC, segundo informações dos agricultores, os sintomas que levaram a casos possíveis ou prováveis de intoxicação se manifestaram durante o preparo da calda, aplicação ou durante todos os procedimentos de manuseio dos agrotóxicos dependendo ingrediente ativo ao qual estavam expostos (PRADO, 2020).

Quadro 4 - Casos possíveis e prováveis de intoxicação por agrotóxicos em agricultores da Região Serrana do Estado de Santa Catarina.

Município (SC)	Cultura cultivada	Agricultores pesquisados (Nº total)	Caso possível de intoxicação* (%)	Caso provável de intoxicação* (%)	Total (casos possíveis + prováveis) (%)
São Joaquim	Maçã	82	7,4	23,2	**30,6**
São José do Cerrito	Soja, milho e feijão	79	25,6	28,0	**53,6**
Ponte Alta	Soja, milho, feijão e hortifruti	80	17,6	55,9	**73,5**

*Considera-se caso possível de intoxicação a manifestação de dois sintomas de intoxicação no individuo exposto aos agrotóxicos e caso provável a manifestação de três ou mais sintomas de intoxicação no indivíduo exposto.
Fonte: Produção das autoras baseadas nas pesquisas de Thundiyil et al (2008); Oliveira (2018); Evaristo (2019) e Prado (2020).

Dados referentes aos casos de intoxicação confirmados pelos agricultores da região serrana de Santa Catarina, conforme estudos realizados por Oliveira (2018), Evaristo (2019) e Prado (2020) estão dispostos no quadro 5.

No Brasil, os principais sistemas de registros de intoxicações agudas por agrotóxicos são o Sistema Nacional de Informações Tóxico Farmacológicas (SINITOX), o Sistema de Informações Hospitalares do Sistema Único de Saúde (SIH/SUS), a Comunicação de Acidente de Trabalho (CAT), o Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) e, para dados de mortalidade, o Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM). O SINITOX é atualmente composto por 36 Centros de Informação e Assistência Toxicológica (CIT), localizados em 19 estados brasileiros e também no Distrito Federal (SINITOX, 2016).

Quadro 5 - Casos de intoxicação em agricultores de municípios da Região Serrana do Estado de Santa Catarina.

Município de Santa Catarina	Ano	Número total de agricultores pesquisados	Casos de intoxicação	Número de intoxicados que buscou assistência médica
São Joaquim	2018	82	13	6
São José do Cerrito	2019	79	17	13
Ponte Alta	2020	80	19	13

Fonte: Produção das autoras baseadas nas pesquisas de Oliveira (2018); Evaristo (2019) e Prado (2020).

O SINITOX traz, em seu último relatório de dados, que em 2016 foram notificados no Brasil 20.527 casos de intoxicação por agrotóxicos de uso agrícola, sendo que 42 casos evoluíram para óbito (FIOCRUZ, 2016). Ainda segundo o último Relatório Nacional de Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Agrotóxicos de 2018, revelou que em 2015 as notificações em Santa Catarina foram de 695 casos. A incidência da notificação de intoxicação (por 100 mil habitantes) no estado foi de 10,19 casos no mesmo ano e a taxa de mortalidade por intoxicação por agrotóxicos foi de 0,21 mortes por 100 mil habitantes (BRASIL, 2018c).

No mesmo relatório também tem informação sobre os 50 municípios brasileiros com maior incidência de notificação de intoxicações por agrotóxicos no Brasil no ano de 2014, e destes, dois estão localizados no Estado de Santa Catarina (Caibi e Rio do Campo) com incidência de 10,08 e 2,08 por 1.000 habitantes, respectivamente (BRASIL, 2018c).

Na região Sul do Brasil há mais pessoas intoxicadas por agrotóxicos de uso agrícola em relação ao total da população da região quando comparado as outras regiões do Brasil. O Estado de Santa Catarina está entre os estados brasileiros que mais tem casos notificados de intoxicação por Unidade de Federação (BOMBARDI, 2017). Além disso, pesquisa também evidencia que crianças na faixa etária de zero a nove anos de idade é o segundo grupo mais acometido por intoxicações por agrotóxicos em Santa Catarina (SILVA *et al*., 2019a), provavelmente por apresentarem sistema imunológico ainda em fase de desenvolvimento, o que compromete a defesa do organismo e facilita a ocorrência de intoxicação quando expostas a estes químicos.

Apesar de existir sistemas de notificação, muitos casos de intoxicação não são notificados, pois de acordo com a Fundação Oswaldo Cruz para cada caso de intoxicação notificado no Brasil estima-se que outros 50 não o são, uma subnotificação da ordem de 1 para 50 (1:50) (BRASIL, 2009). Segundo Bochner (2007) a totalidade dos casos registrados de intoxicação por agrotóxicos no país em um dado período difere da totalidade dos casos ocorridos no país neste mesmo período, isto porque, além do número de Centros de Informação e Assistência Toxicológica – CIATS ser insuficiente para cobrir toda a extensão territorial do país, a notificação dos casos a esses centros é espontânea, sendo realizada pela própria vítima ou seus familiares, o que pode dificultar o processo de notificação.

Essas informações corroboram com pesquisas realizadas em Santa Catarina, onde 10 dos 13 agricultores do município de São José do Cerrito, SC que buscaram assistência médica devido aos casos de intoxicação por agrotóxico (Quadro 5) não preencheram nenhuma ficha de diagnóstico (EVARISTO, 2019). Do mesmo modo, 11 dos 13 agricultores do município Ponte Alta que informaram buscar assistência

médica devido a intoxicação por agrotóxico (quadro 5) também não preencheram ficha de diagnóstico (PRADO, 2020). Tais dados reforçam a subnotificação dos casos de intoxicação por agrotóxicos na região que pode ser devido ao despreparo e desinformação da equipe de saúde ou por constrangimento por parte do agricultor em relatar a exposição aos agrotóxicos.

Segundo Rebelo *et al*. (2011) a falha diagnóstica pode ocorrer também por falta de conhecimento médico e/ou pelo não reconhecimento da importância de notificar as intoxicações ou por fazer diagnósticos sem relacionar à exposição aos agrotóxicos. Um estudo realizado por Santos (2012) também aponta a baixa qualificação dos médicos para atuarem na saúde do trabalhador e indica esta como uma das principais causas para o baixo diagnóstico das intoxicações. É necessário, assim, uma atenção maior nas notificações de intoxicações por agrotóxicos para permitir um melhor monitoramento da população em geral (ARAUJO *et al*., 2007; TAVEIRA; ALBUQUERQUE, 2018).

Faz-se necessário ainda destacar que há subnotificação em relação aos casos de intoxicação crônica, já que estes são mais difíceis de detectar e não são considerados pelos sistemas de notificação. Segundo Bombardi (2017) os sintomas agudos de tais intoxicações são apenas a ponta do iceberg de um problema muito mais amplo que fica oculto por trás da subnotificação destes casos e da quase ausência de informação sobre as doenças crônicas causadas pelas exposições aos agrotóxicos. Por isso, é fundamental que os profissionais de saúde tenham conhecimento e treinamento sobre os tipos e sintomas de intoxicação ocasionados pelos agrotóxicos, de modo a oferecer suporte adequado para diagnosticar possíveis casos de intoxicação, bem como, reduzir os danos e as mortes oriundos das exposições a tais químicos.

De modo geral, as intoxicações agudas causadas por agrotóxicos constituem-se em importante desafio a ser enfrentando pelos gestores da saúde pública. Porém, mesmo havendo dificuldade em função dos casos de subnotificações esse tipo de intoxicação ainda é menos preocupante, pois os mecanismos de identificação e tratamento são conhecidos, diferente dos casos de intoxicação crônica cujos sintomas e sinais são de difícil reconhecimento e podem se manifestar em longo prazo devido a absorção e acumulação dos ingredientes ativos no organismo (BELLEI; STEDILE, 2017; PIGNATI *et al*., 2017).

Assim, os efeitos mais danosos sobre a saúde humana, incluindo o acúmulo de danos genéticos, surgem no decorrer de repetidas exposições ao agrotóxico, que normalmente ocorrem durante longos períodos de tempo (BRASIL, 2006). Nestas condições os quadros clínicos são indefinidos, confusos e muitas vezes irreversíveis. Os diagnósticos são difíceis de serem estabelecidos e há uma maior dificuldade na

associação causa/efeito, principalmente quando há exposição a múltiplos produtos, situação muito comum na agricultura brasileira (BRASIL, 2006). Geralmente este tipo de quadro caracteriza-se por ser uma intoxicação crônica, que ocorre após exposições em longo prazo, mesmo de pequenas doses de um ou múltiplos ingredientes ativos, cujo aparecimento dos sintomas é tardio, podendo levar meses ou anos para se manifestar e pode acarretar, por vezes, danos irreversíveis (ARAUJO, 2007; CARNEIRO *et al*., 2015; COSTA *et al*., 2017; INCA, 2015; PETRY, 2011).

Os agrotóxicos têm capacidade para causar alterações de neurotoxicidade, mutagenicidade, teratogenicidade, desregulação endócrina e podem atuar como iniciadores, promotores e aceleradores nos processos cancerígenos e degeneração do sistema imunológico (BELLEI; STEDILE, 2017; FRANK, 2009; LONDRES, 2011). Deste modo, intoxicações crônicas podem afetar toda a população, podendo ser uma exposição recorrente aos agrotóxicos, geralmente em doses baixas, devido à exposição direta ou indireta, cujos efeitos adversos podem se manifestar depois de muito tempo após a exposição aos agrotóxicos, o que pode dificultar a relação com o agente causador (INCA, 2015).

A Agência Internacional de Pesquisa em Câncer (IARC) publicou em março de 2015 uma avaliação sobre alguns agrotóxicos e os classificou como "possivelmente carcinogênicos para humanos". Estes foram os inseticidas tetraclorvinphos, paration, malathion e diazinona, assim como o herbicida glifosato (GUYTON *et al*., 2015). Nesse sentido, é importante destacar que são restritos os estudos sobre a exposição a múltiplos ingredientes ativos, porém essa prática é frequente na agricultura, o que torna esse tipo de intoxicação muito mais grave e com potencial agravante a saúde dessa população (MURAKAMI *et al*., 2017).

Estudo realizado avaliando o consumo de agrotóxicos em 1985 e a incidência de distúrbios reprodutivos de uma população exposta em 11 estados brasileiros, constatou um alto coeficiente para a mortalidade de indivíduos com câncer de mama, ovário e testículos, além de aumento de internações por orquidopexia, sinalizando problemas reprodutivos associados a exposição aos agrotóxicos (KOIFMAN; KOIFMAN; MEYER, 2002).

Estudo realizado com produtores de fumo também aponta a ocorrência de intoxicações por agrotóxicos com danos crônicos, associadas com histórico de repetidas intoxicações agudas e aponta ocorrência de transtornos psiquiátricos, perda auditiva neurossensorial e polineuropatia induzida por organofosforados (MURAKAMI *et al*., 2017). Além disso, são apontados casos de linfoma de Hodgkin, risco de desenvolvimento de câncer de pâncreas, mama, testículos e doença renal crônica (ALGUACIL, 2000; CARNEIRO *et al*., 2015; COCCO, 2002; COSTA; MELLO;

FRIEDRICH, 2017; GHOSH *et al*., 2017; HASSANIN *et al*., 2018; JAYASUMANA *et al*., 2015; LEBOV *et al*., 2014 ; PERES; ROZEMBERG, 2003; ; VALCKE *et al*., 2017 HASSANIN *et al*., 2018).

Em relação à classe dos agrotóxicos que ocasionam intoxicações crônicas estão os inseticidas, e dentre eles os organofosforados, que na exposição recorrente, mesmo em baixas doses, trazem inúmeros prejuízos a saúde dos seres humanos, principalmente lesões de sistema nervoso que podem se manifestar por falta de concentração, transtornos de humor e depressão (KLAASSEN; WATKINS, 2012). Além disso, os autores destacam que os organofosforados provocam a degeneração dos axônios, os quais são responsáveis pela condução dos impulsos nervosos, sendo que essa deformidade passa a ocorrer de sete a 15 dias após exposições a altas doses dos organofosforados e essas alterações ocorrem de forma progressiva com perda de força motora de mãos e pés.

Em pesquisa realizada com pomicultores em São Joaquim, SC, houve relatos de ocorrência de depressão entre os agricultores investigados sendo que a fenitrotiona foi um dos ingredientes ativos citados como possível causa da depressão (OLIVEIRA, 2018).

Os inseticidas carbamatos, assim como os organofosforados, estão muito mais associados a intoxicações agudas e estes estão associados aos efeitos neurotóxicos retardados, alterações cromossomiais e problemas de pele no caso de intoxicações crônicas (CARNEIRO *et al*., 2015).

Nesse sentido, apresenta-se com maior relevância na classe dos inseticidas, as intoxicações crônicas pelos organoclorados, devido a sua capacidade de absorção rápida pelo organismo e efeito cumulativo em tecidos adiposos, como exemplo desses ingredientes ativos destaca-se o diclorodifeniltricloretano (DDT) (OGA; CAMARGO; BATISTUZZO, 2014). Inseticidas deste grupo ao serem absorvidos são distribuídos por todos os tecidos, sendo suas maiores concentrações encontradas nos tecidos adiposos, onde se acumulam. Posteriormente, ocorre sua biotransformação no fígado, possibilitando a ocorrência de hepatomegalia, atrofia e necrose das células hepáticas, desta forma, são considerados carcinogênicos (KLAASSEN; WATKINS, 2012).

Por essa capacidade de bioacumulação nos tecidos de gorduras, os organoclorados podem se acumular ao longo da cadeira alimentar, podendo ser encontrados na gordura do peixe, de frangos e se concentram em tecidos fetais e no leite materno, e isto leva a diversos problemas de saúde a quem consome os alimentos com resíduos e aos bebês que se alimentam diretamente do leite materno (OGA; CAMARGO; BATISTUZZO, 2014; PERES; ROZEMBERG, 2003).

Os organoclorados possuem outras classes hexaclorociclohexano, ciclodienos

(aldrin, dieldrin, endrin, endosulfan, clordano, heptacloro e mirex) e toxafeno e assim como o DTT, são estimuladores do sistema neurológico, desreguladores endócrino e estão associadas a arritmias cardíacas, lesões renais e neuropatias periféricas (CARNEIRO *et al*., 2015; OGA; CAMARGO; BATISTUZZO, 2014).

Os inseticidas piretroides apesar de estarem mais relacionados às intoxicações agudas, podem também estar associados a intoxicações crônicas, tais como, alergias respiratórias, asma brônquica, irritações nas mucosas e hipersensibilidade (CARNEIRO *et al*., 2015; PERES; ROZEMBERG, 2003; SANTOS; AREAS; REYES, 2007). Estudo mostrou ocorrência de hiperexcitação, alterações hematológicas e alterações na fase reprodutiva de peixes (MONTANHA; PIMPÃO, 2012).

Os herbicidas também podem provocar intoxicações crônicas. Estudo recente tem demonstrado a associação entre a exposição aos herbicidas e casos de depressão em agricultores (WEISSKOPF *et al*., 2013). Pesquisa realizada no município de Ponte Alta, SC demonstrou associação estatística ($p \leq 0,049$) entre casos de intoxicação e ocorrência de depressão, sendo que dos 80 participantes 25% informaram ter depressão e estes também informaram já ter sofrido pelo menos uma intoxicação por agrotóxicos (PRADO, 2020). Observou-se também que nesta pesquisa, os herbicidas foram os agrotóxicos mais usado pelos agricultores (Quadro 1).

O herbicida 2,4- D é o ingrediente ativo cuja exposição vem sendo associada com problemas neurológicos, neuropatia periférica, desmielinização e degeneração ganglionar no sistema nervoso central, diminuição da velocidade de condução, alterações comportamentais alterações, miotonia e vem sendo estudada como fator desencadeante para linfoma de não Hodgkin ou sarcoma de tecidos moles (KLAASSEN; WATKINS, 2012; OGA; CAMARGO; BATISTUZZO, 2014). Já o herbicida da classe do glifosato é associado a efeitos tóxicos estudados em coelhos, onde estes apresentaram parto prematuro e aborto (KLAASSEN; WATKINS, 2012). Estudos já confirmaram também a influência dos agrotóxicos deste grupo sobre a malformação de recém-nascidos de mães expostas durante o período gestacional, assim como aumento dos casos de baixo peso e baixa estatura nesses recém-nascidos (FREIRE, 2005; OLIVEIRA *et al*., 2014). Apesar destas evidências, vale destacar que ainda há muita discussão sobre a toxicidade em humanos em relação a este ingrediente ativo.

Quanto aos fungicidas, uma das classes que mais preocupa em termos de intoxicação crônica é a dos ditiocarbamatos, pois estes se ligam aos metais presentes no organismo humano e provocam sua biotransformação em etilenotioureia, que é um metabólito responsável por provocar alterações, principalmente na glândula tireoide, podendo causar hipertrofia ou hiperplasia das células desta glândula e até adenomas e carcinomas (KLAASSEN; WATKINS, 2012). Já fungicidas pertencentes ao

grupo químico das ftalimidas estão associados ao desenvolvimento de tumores de duodeno em camundongos e são por isso classificados como possíveis carcinogênicos para humanos, uma vez que, apresentaram efeitos mutagênicos e teratogênicos em teste laboratorial (KLAASSEN; WATKINS, 2012; OPAS, 1996).

De modo geral, a exposição aos agrotóxicos pode ocorrer tanto em indivíduos expostos direta como indiretamente, entretanto, a preocupação maior é justamente com os trabalhadores rurais e seus familiares já que a exposição ocorre de forma direta. Deste modo, é altamente recomendável que os trabalhadores rurais que manuseiam estes químicos, façam uso dos equipamentos de proteção individual (EPIs), pois estes equipamentos ajudam a minimizar o número de casos de problemas de saúde relacionado à exposição aos agrotóxicos. Apesar de não eliminar totalmente o risco de intoxicação, o não uso dos EPIs é determinante para o desencadeamento de problemas de saúde, como as intoxicações (CERQUEIRA *et al*., 2010; FARIA et al., 2009; MEYER et al., 2007). Segundo Evaristo (2019) agricultores que fazem uso de EPI tendem a apresentar menor incidência de doenças crônicas ($p<0,003$) e de problemas psicológicos ($p<0,000$).

Entretanto, cabe ressaltar, que o uso completo dos EPIs ainda é baixo entre os agricultores (EVARISTO, 2019; OLIVEIRA, 2018; PRADO, 2020). O não uso dos EPIs está associada com a inadequação na ergonomia destes equipamentos, pois aumenta a temperatura interna do corpo e impossibilita a homeostase corporal do indivíduo, provocando sensação de sufocamento (VEIGA, MEIRELLES; VEIGA, DUARTE, 2016). De acordo com Evaristo (2019), 46% dos 80 agricultores que fizeram parte da sua pesquisa não usam EPIs devido ao desconforto e ao superaquecimento por ele provocado. Assim, repensar a ergonomia destes equipamentos, de modo que possa oferecer ao trabalhador rural mais conforto, é imprescindível para estimular seu uso e simultaneamente reduzir o risco de contaminação.

Por fim, a ampla capacidade de dispersão dos agrotóxicos nos vários compartimentos ambientais (solo, ar, água, alimentos), mesmo que em baixas doses, possibilita o risco de contaminação humana a partir das exposições indiretas, assim, o potencial tóxico ao ser humano existe e está presente no cotidiano da população de diversas formas.

Impactos do uso intensivo e do manejo inadequado dos agrotóxicos sobre o meio ambiente no Brasil, em Santa Catarina e na Região do Planalto Serrano Catarinense

As práticas de uso intensivo dos agrotóxicos no campo podem ocasionar agravos à saúde dos agricultores e dos consumidores de produtos de origem vegetal e animal. Neste sentido, pesquisadores têm discutido possíveis consequências relacionadas ao uso intensivo destes químicos sobre os diversos compartimentos ambientais, tais como, água, solo, ar, dentre outros (ALBUQUERQUE, 2017; ARAÚJO, 2007; COSTA *et al*., 2017; HESS; SOLDI, 2018; HESS; NODARI, 2018; JARDIM *et al*., 2014; JEGEDE, 2017; LIU, 2017; MORELLO, 2018; SANCHES *et al*., 2017; SARWAR, 2015; OLIVEIRA, 2018).

O uso excessivo dos agrotóxicos nas lavouras tem sido considerado um importante agente de contaminação do solo, ar e da água (OLIVEIRA *et al*., 2006). O solo e a água são recursos naturais imprescindíveis à vida no planeta terra, e a produção dos alimentos está diretamente ligada a essas riquezas naturais, deste modo a contaminação destes compartimentos ambientais pode simultaneamente comprometer, a qualidade dos alimentos produzidos (STEFFEN; STEFFEN; ANTONIOLLI, 2011).

A contaminação das águas por agrotóxicos ocorre principalmente de forma difusa, pois os agrotóxicos podem chegar à água por fatores intrínsecos às substâncias, como propriedades do solo, condições climáticas e formas de aplicação do produto por intermédio de mecanismos como a retenção (interação solo e agrotóxico), transformação (degradação do produto) e transporte (volatilização, lixiviação, escoamento ou evaporação) (NETO, 2010).

No Brasil a Portaria de Consolidação n. 5 de 2017 do Ministério da Saúde, estabelece o padrão de potabilidade da água em todo o território nacional. Segundo esta Portaria ainda, é considerada água potável aquela que apresenta 27 tipos diferentes de ingredientes ativos de agrotóxicos, além de outros produtos, tais como domissanitários, metais pesados e solventes orgânicos. Além disso, no Brasil existem mais de 500 ingredientes ativos de agrotóxicos registrados, entretanto, apenas 27 deles são monitorados na água potável.

É importante considerar, que além do baixo índice de monitoramento destes químicos na água em relação ao total dos ingredientes ativos usados no país, preocupa também os limites máximos de resíduos permitidos na água potável no Brasil, quando comparado a outras nações. Segundo Bombardi (2017) os limites máximos permitidos de vários agrotóxicos na água no Brasil são muito superiores ao

da União Europeia. Um exemplo, é o caso do glifosato, agrotóxico mais consumido no Brasil atualmente, que tem seu limite máximo permitido na água na União Europeia de 0,1 ug/L, já no Brasil este limite corresponde a 5000 ug/L, tolerância 5000 vezes maior, cenário preocupante e que faz refletir sobre os possíveis motivos que levam a permissão de um limite máximo tão discrepante entre os dois locais.

No estado de Santa Catarina, a possibilidade de contaminação da água por agrotóxicos é ainda mais grave, pois o Sistema Aquífero Guarani, segundo maior reservatório de água doce do mundo, está localizado em boa parte do território catarinense, principalmente na região Serrana do estado (GAMA; OLIVEIRA; CAVALCANTE, 2013; SCHEIBE, HIRATA, 2007). Assim, a constante evolução da agricultura na região, como a fruticultura, horticultura e cultivo de grandes culturas, como a soja, vem usando quantidades elevadas de agrotóxicos, o que direta ou indiretamente podem atingir as águas subterrâneas deste importante reservatório. Recentemente, estudo conduzido no Estado de Santa Catarina demostrou que 13 dos 22 municípios estudados apresentaram resíduos de mais de um ingrediente ativo de agrotóxicos em amostras de água (MPSC, 2019).

Além da contaminação das águas, os agrotóxicos constituem-se também em um dos poluentes dos solos agricultáveis e os atingem diretamente ou por transferência de resíduos provenientes das plantas, sendo que a distribuição/degradação de agrotóxicos no solo está relacionada às propriedades físico-químicas dessas substâncias, bem como, a sua solubilidade, pressão de vaporização e estabilidade química (ALVES; OLIVEIRA, 2003). Os agrotóxicos podem tornar o solo mais exposto à degradação pelos processos erosivos, ao esgotamento da macro e micro fauna com a diminuição da diversidade microbiana, e à destruição de suas propriedades físicas e química, sendo que a persistência dos agrotóxicos no solo varia conforme a eficiência dos seus processos físicos de transformação (BARRETO; RIBEIRO, 2006).

Neste sentido, pesquisa realizada no estado de Santa Catarina demonstrou que o ingrediente ativo mancazobe interfere na reprodução e sobrevivência da fauna invertebrada do solo, cujo impacto varia conforme o grupo de invertebrados e com o tipo de solo (CARNIEL *et al*., 2019). Destaca-se que no município de São Joaquim, SC este ingrediente ativo é o mais usado pelos agricultores que cultivam maçã (MORELLO *et al*., 2019), conforme apresentado no quadro 1.

Outro compartimento ambiental também vulnerável a contaminação pelos agrotóxicos, é o ar, cuja contaminação normalmente ocorre por meio da volatilização muitas vezes associado à deriva. Processo este caracterizado como o deslocamento das gotículas do agrotóxico a partir da dispersão através das correntes de vento para

locais não alvo destes produtos, podendo atingir locais bastante distantes da área onde o mesmo foi aplicado (COSTA *et al*., 2007). Tanto é assim que estudos realizados na Antártida têm revelado a presença de resíduos de agrotóxicos no ar daquela região e até no tecido adiposo de ursos polares (BIDLEMAN *et al*., 1993; NORHEIM, 1992).

Além disso, a água da chuva também se constitui em indicador da contaminação do ar pelos agrotóxicos, uma vez que os mesmos podem volatilizar ou evaporar e se condensar nas nuvens, sendo posteriormente devolvido à atmosfera terrestre (FURTADO, 2012). Em Singapura amostras de água de chuva coletadas em área urbana comprovam a capacidade de dispersão de agrotóxicos utilizados no meio rural para os centros urbanos a partir da água das chuvas (HE; BALASUBRAMANIAN, 2010). Da mesma forma, Moreira *et al*. (2012) demonstraram a presença de resíduos de diferentes tipos de agrotóxicos em amostras de água proveniente da chuva em dois municípios brasileiros que se destacam no cultivo de soja, milho e algodão no estado do Mato Grosso, e sinalizaram a capacidade de dispersão destes químicos pelo ar.

A situação torna-se mais preocupante quando os agrotóxicos são aplicados com aeronaves, cujas regiões distantes do local de aplicação também podem estar expostas a esses produtos pelo efeito da deriva (CARNEIRO *et al*., 2015). Bombardi (2017) levanta a discussão acerca do potencial de exposição da população e contaminação do meio ambiente em função da adoção desta prática, uma vez que na União Europeia, desde o ano de 2009, a pulverização aérea só pode ser realizada em casos excepcionais, somente com autorização e se comprovado menor risco de exposição à população quando comparado à aplicação terrestre.

Outro fator que inquieta é a possível contaminação dos alimentos pelos agrotóxicos. Segundo a Organização Mundial da Saúde, a alimentação saudável é um item essencial para a saúde pública. A ONU (2015) cita dentre os objetivos da Agenda 2030, a promoção da segurança alimentar, a melhoria da nutrição, promoção da agricultura sustentável e a redução das taxas de obesidade. Além disso, o consumidor dispõe de leis que lhe asseguram o direito à alimentação de qualidade. Entretanto, apesar de existir movimento para a alimentação saudável, com o estímulo do consumo de frutas e hortaliças, por outro lado, os sistemas convencionais de cultivo podem deixar resíduos de agrotóxicos nos alimentos, que tendem a depreciar seu valor nutricional e promover a insegurança alimentar (CARVALHO *et al*., 2006; HENZ; ALCÂNTARA, 2009).

A última pesquisa realizada, pela ANVISA a partir do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos nos Alimentos (PARA), no período de 2017-2018 teve 4.616 amostras de alimentos (Cereais/Leguminosas; Frutas; Hortaliças Folhosas; Hortaliças não folhosas; Raiz, Tubérculo e Bulbo) analisadas para 270 ingredientes ativos de

agrotóxicos. Nas amostras analisadas foram encontradas amostras insatisfatórias segundo os padrões estabelecidos pela Anvisa, assim foram identificados amostras com presença de ingredientes ativos não permitidos para as culturas (798 amostras), com presença de ingredientes ativos de agrotóxicos proibidos no país (127 amostras) e também com limite máximo de resíduos acima do permitido (105 amostras), e casos em que a amostra apresentava duas ou três irregularidades associadas no mesmo produto (BRASIL, 2019d).

Percebe-se ainda que o acefato é o ingrediente ativo mais frequente com uso não autorizado para as culturas agrícolas, seguido pelo clorpirifós e metornil. Além disso, cipermetrina, etefom e imidacloprido, respectivamente, são os agrotóxicos que se encontram com uso superior ao limite máximo de resíduos (BRASIL, 2019). Destaca-se que o acefato passou recentemente por avaliação e foi autorizado seu uso com algumas restrições ainda que esse mesmo ingrediente ativo tenha seu uso proibido na Europa (BOMBARDI, 2017). Além disso, foi realizada a avaliação do risco agudo para todos os resíduos detectados de agrotóxicos que possuem Dose de Referência Aguda (DRfA) estabelecida, e foi detectado que 41 amostras apresentaram potencial risco agudo de intoxicação.

Em Santa Catarina, um programa semelhante ao PARA em nível nacional, foi instaurado recentemente o chamado Programa Alimento Sem Risco (PASR) que tem como objetivo principal a segurança dos alimentos vegetais cultivados e comercializados em Santa Catarina, para a proteção da saúde dos consumidores contra resíduos fora da conformidade legal provenientes do uso indiscriminado de ingredientes tóxicos (MPSC, 2017). De acordo com os dados do último relatório do Programa Alimento Sem Risco (2018) houve queda do percentual de produtos fora da conformidade legal (alimentos com resíduos de agrotóxicos não autorizados para a cultura, acima do limite máximo permitido ou de uso proibido) de 2011 para 2017, cujo declínio foi de 34,4%, em 2011 para 18,1%, em 2017.

Além disso, é importante frisar que os agrotóxicos podem causar dano também aos polinizadores, como as abelhas que desempenham papel fundamental na reprodução de várias espécies plantas e na manutenção dos serviços ecossistêmicos. Neste sentido, pesquisas ao redor do mundo têm demonstrado redução da população e aumento da mortalidade destes polinizadores, sendo que os agrotóxicos são citados como uma das possíveis causas do seu desaparecimento (GILL *et al*., 2012; GOMES *et al*., 2020; POTTS *et al*., 2010; WHITEORN *et al*., 2012).

Pesquisa realizada no município de São Joaquim, SC e Vacaria, RS feita com 110 maleicultores e/ou responsáveis técnicos, demonstrou uma perda média por propriedade de 12% das colônias de abelhas durante o período de floração da

maçã, chegando a perdas de até 50% das colmeias em apenas um estabelecimento agrícola (ROSA *et al*., 2018). Em outra pesquisa, também realizada em São Joaquim, SC, houve preocupação dos maleicultores com a redução das colmeias de abelhas, os quais atribuíram como causa o aumento do número de aplicações anuais de agrotóxicos na região e principalmente o manejo inadequado dado a estes químicos (GOULART, 2020).

De modo geral, observa-se que os agrotóxicos podem afetar direta ou indiretamente vários compartimentos ambientais. Portanto, incentivar a racionalização do seu uso e o emprego de técnicas mais sustentáveis na agricultura brasileira são fundamentais para garantir o equilíbrio do ecossistema, os recursos naturais e a manutenção dos serviços ecossistêmicos.

Boas práticas e cuidados ao manejar agrotóxicos para evitar a contaminação humana e ambiental

De acordo com a lei vigente, Lei 7.082/89, para serem vendidos ou expostos à venda em todo o território nacional, os agrotóxicos e afins precisam exibir rótulos próprios e bulas, em português, contendo indicações para a identificação do produto, o nome e a percentagem de cada princípio ativo e a percentagem total dos ingredientes inertes que nele contém; a quantidade de agrotóxicos, componentes ou afins, que a embalagem contém, expressa em unidades de peso ou volume, conforme o caso; o nome e o endereço do fabricante e do importador; os números de registro do produto e do estabelecimento fabricante ou importador; o número do lote ou da partida bem como; um resumo dos principais usos do produto e a classificação toxicológica do produto (BRASIL, 1989).

Também com relação à venda e compra, a publicidade dos agrotóxicos deve ser cautelosa. A propaganda comercial de agrotóxicos, componentes e afins em qualquer meio de comunicação, deve conter, obrigatoriamente, clara advertência sobre os riscos do produto à saúde humana, animais e ao meio ambiente (BRASIL, 1989).

Entretanto, destaca-se que no novo Projeto de Lei, PL 6299/2002, em seu art. 60 sugere a modificação desta publicidade onde a propaganda de agrotóxicos deverá restringir-se apenas a programas e publicações dirigidas aos agricultores e pecuaristas, contendo completa explicação sobre a sua aplicação, precauções no emprego, consumo ou utilização, segundo o que o órgão competente do MAPA retratar, sem prejuízo das normas estabelecidas pelo Ministério da Saúde ou outro órgão do SUS (BRASIL, 2002).

Segundo a Lei dos agrotóxicos (7.802/89) a venda destes produtos e afins aos usuários é feita apenas mediante emissão do receituário agronômico próprio, prescrito por profissionais legalmente habilitados, salvo casos excepcionais que forem previstos na regulamentação da Lei 7.802/89 (BRASIL, 1989).

Entretanto, no PL 6299/2002, em seu art. 54, é previsto também a modificação deste item, liberando a utilização de alguns tipos de agrotóxicos sem expedição de receituário por engenheiro agrônomo ou técnico habilitado (BRASIL, 2002). Pesquisas feitas em municípios da região Serrana do estado de Santa Catarina sobre o uso e o manejo dos agrotóxicos por agricultores da região mostrou que ainda há casos em que estes químicos são comercializados sem a apresentação de receita agronômica (Quadro 6).

Quadro 6 - Informações sobre aquisição, transporte, armazenamento, uso de equipamentos de proteção individual (EPIs) e manejo de embalagens vazias de agrotóxicos por agricultores de localidades rurais da região Serrana do estado de Santa Catarina.

AQUISIÇÃO DOS AGROTÓXICOS				
Município da região serrana de Santa Catarina	**Número de agricultores pesquisados**	**Possui assistência técnica (%)**	**Uso da receita agronômica para adquirir o agrotóxico (%)**	**A receita agronômica é emitida sempre após vistoria da lavoura/pomar (%)**
São Joaquim	82	97,6	45	62,0
São José do Cerrito	79	73,4	74,5	58,2
Ponte Alta	80	48,7	55	45,4
TRANSPORTE DE AGROTÓXICOS				
Município da região serrana de Santa Catarina	**Número de agricultores pesquisados**	**Uso do carro caçamba para o transporte (%)**	**Transporte dos agrotóxicos separado de outros produtos (%)**	**Recebimento de orientações técnicas sobre o transporte (%)**
São Joaquim	82	87,8	57	32,9
São José do Cerrito	79	43,0	82,3	70,9
Ponte Alta	80	38,7	53,7	48,7
ARMAZENAMENTO DOS AGROTÓXICOS				
Município da região serrana de Santa Catarina	**Número de agricultores pesquisados**	**Armazenamento em galpão especifico (%)**	**Local de armazenamento distante a 30 m ou mais da residência (%)**	**Recebimento de orientações técnicas sobre o armazenamento (%)**
São Joaquim	82	75,6	82,9	78
São José do Cerrito	79	54,4	70,9	78,5
Ponte Alta	80	47,5	72,5	62,5
USO DE EPIs				
Município da região serrana de Santa Catarina	**Número de agricultores pesquisados que possuem EPI**	**Uso para o preparo da calda do agrotóxico (%)**	**Uso para aplicar o agrotóxico (%)**	**EPI mais utilizado**

continua...

São Joaquim	82	93,9	97,6	Luvas (97,7%)
São José do Cerrito	79	57,0	63,3	Luvas (62,0%)
Ponte Alta	68	91,2	89,2	Luvas (66,0 %)
MANEJO DAS EMBALAGENS VAZIAS				
Município da região serrana de Santa Catarina	**Número de agricultores pesquisados**	**Devolução das embalagens vazias (%)**	**Realização da tríplice lavagem (%)**	**Recebimento de orientações técnicas sobre a devolução (%)**
São Joaquim	82	85,5	86,6	100
São José do Cerrito	79	79,7	65,8	93,7
Ponte Alta	80	58,7	65	81,2

Fonte: Produção das autoras baseadas nas pesquisas de Morello (2018); Oliveira (2018); Pedroso (2019) e Prado (2020).

Assim, o que está descrito na Lei 7.802/89 são normativas consideradas avançadas e protetoras da saúde humana e do meio ambiente, por introduzir critérios ambientais, de saúde pública e de desempenho agronômico, considerados mais rígidos para os registros, uso, controle, comércio e fiscalização dos agrotóxicos no país (ALMEIDA *et al*., 2017). O conteúdo da receita agronômica está previsto no artigo 66 do Decreto Federal nº 4.074/02 que está legalmente em vigor, onde:

> Art. 66. A receita, específica para cada cultura ou problema, deverá conter, necessariamente:
>
> I – nome do usuário, da propriedade e sua localização:
>
> II – diagnóstico:
>
> III – recomendação para que o usuário leia atentamente o rótulo e a bula do produto;
>
> IV – recomendação técnica com as seguintes informações:
>
> a – nome do(s) produto(s) comercial(ais) que deverá(ão) ser utilizado(s) e de eventual(ais) produto(s) equivalente(s);
>
> b – cultura e áreas onde serão aplicados;
>
> c – doses de aplicação e quantidades totais a serem adquiridas;
>
> d – modalidade de aplicação, com anotação de instruções específicas, quando necessário, e, obrigatoriamente, nos casos de aplicação aérea;
>
> e – época de aplicação;

f – intervalo de segurança;

g – orientações quanto ao manejo integrado de pragas e da resistência.

h – precauções de uso; e

i – orientação quanto à obrigatoriedade da utilização de EPI (Equipamento de Proteção Individual); e

V – data, nome, CPF e assinatura do profissional que a emitiu, além do seu registro no órgão fiscalizador do exercício profissional.

Parágrafo único – Os produtos só poderão ser prescritos com observância das recomendações de uso aprovadas em rótulo e bula.

Além disso, durante o processo de aquisição do agrotóxico, cada indivíduo tem seu papel e deve cumprí-lo rigorosamente, assim, o responsável técnico deve emitir o receituário ao agricultor, e este apresentá-lo ao comerciante que só deve efetuar a venda mediante apresentação deste documento (BRASIL, 2002).

Quanto ao transporte dos agrotóxicos, os principais dispositivos legais que encontram-se vigentes e regulam o transporte rodoviário de produtos perigosos no Brasil são a Lei nº 10.233, de 5 de junho de 2001 que estabelece, em seu artigo 22, inciso VII, competência à ANTT para regulamentar o transporte de cargas e produtos perigosos em rodovias e ferrovias, estabelecendo padrões e normas técnicas complementares relativos a esse tipo de operação. Além disso, o Decreto 1.797/1996 regulamenta o Transporte de Produtos Perigosos entre Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai. Enquanto a Portaria nº 204 do Ministério dos Transportes de 20 de maio de 1997 publicada em 26 de maio de 1997 (Suplemento especial do Diário Oficial da União) regulamenta o transporte rodoviário de produtos perigosos, incluindo os agrotóxicos.

Ainda referente ao transporte, a Resolução da ANTT n° 5232/16 (que aprova as Instruções Complementares aos Regulamentos para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos), predispõe em seu artigo 6º, que o transporte de produtos perigosos, incluindo os agrotóxicos, somente pode ser realizado por veículos e equipamentos de transporte cujas características técnicas e operacionais, bem como o estado de conservação, limpeza e descontaminação, garantam condições de segurança compatíveis com os riscos correspondentes aos produtos transportados, conforme estabelecido pelas autoridades competentes (ANDAV, 2017). Nessa mesma resolução (5232/16), são fixadas normas que regulamentam: a expedição dos produtos; carregamento e amarração da carga; compatibilidade de produtos; peso

bruto total a ser carregado; porte de documentos obrigatórios para o transporte; sinalização; precauções de segurança e equipamentos de proteção individual (EPIs); orientações em caso de acidentes e descarregamento da carga.

Além destas, há outras normas técnicas, resoluções e leis que descrevem sobre como proceder em casos de acidentes, necessidade de realizar o transporte com a ficha de emergência e nota fiscal, simbologia que deve ser colocada em veículos transportadores, dentre outros (BRASIL, 2007).

Do ponto de vista de irregularidades durante o transporte de agrotóxicos, a Lei 9.605, 12 de fevereiro de 1998 dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. No Artigo 56º é retratado que "Produzir, processar, embalar, importar, exportar, comercializar, fornecer, transportar, armazenar, guardar, ter em depósito ou usar produto ou substância tóxica, perigosa ou nociva à saúde humana ou ao meio ambiente, em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou nos seus regulamentos" é passível de:

> Pena – reclusão, de um a quatro anos, e multa.
>
> § 1.º Nas mesmas penas incorre quem: (Redação dada pela Lei n.º 12.305, de 2010).
>
> I – abandona os produtos ou substâncias referidos no caput ou os utiliza em desacordo com as normas ambientais ou de segurança; (Incluído pela Lei n.º 12.305, de 2010.)
>
> II – manipula, acondiciona, armazena, coleta, transporta, reutiliza, recicla ou dá destinação final a resíduos perigosos de forma diversa da estabelecida em lei ou regulamento. (Incluído pela Lei n.º 12.305, de 2010).
>
> § 2.º Se o produto ou a substância for nuclear ou radioativa, a pena é aumentada de um sexto a um terço.
>
> § 3.º Se o crime é culposo: Pena – detenção, de seis meses a um ano, e multa.

A classificação de uma substância química em uma determinada classe de risco, é realizada por meio de critérios técnicos, os quais estão definidos na legislação do transporte rodoviário de produtos perigosos. Estes produtos além de

serem regulamentados por toda legislação de transporte relacionada aos produtos perigosos, também são regidos pela lei 7.802/89 e no estado de Santa Catarina pelo decreto 1.331/2017 que dispõe sobre o controle da produção, comércio, uso, consumo, transporte e armazenamento de agrotóxicos, seus componentes e afins em todo o território do Estado de Santa Catarina.

A lei 7.802/89 em seu art. 10 cita que:

> Art. 10. Compete aos Estados e ao Distrito Federal, nos termos dos artigos 23 e 24 da Constituição Federal, legislar sobre o uso, a produção, o consumo, o comércio e o armazenamento dos agrotóxicos, seus componentes e afins, bem como fiscalizar o uso, o consumo, o comércio, o armazenamento e o transporte interno.

Já o art. 33 e seus parágrafos, do Decreto 1.331/2017 prevê que em Santa Catarina:

> Art. 33. O transporte de agrotóxicos e afins deverá submeter-se às regras e aos procedimentos estabelecidos para o transporte de produtos perigosos, na forma da legislação específica em vigor.
>
> § 1º Fica vedado o transporte de agrotóxicos e afins em veículos coletivos de passageiros.
>
> § 2º O transporte de agrotóxicos e afins deverá ser efetuado de modo que esses produtos estejam isolados de pessoas, animais e alimentos destinados ao uso humano ou animal.
>
> § 3º No transporte de agrotóxicos e afins, o acondicionamento das embalagens deverá ser efetuado de modo a evitar danos à sua estrutura.

De acordo com a legislação estadual, as legislações sobre transporte dos agrotóxicos no Brasil (Decreto nº 96.044 e Portaria nº 204 Ministério dos Transportes), também regulamenta que os agrotóxicos nunca devem ser transportados no interior de veículos fechados ou na cabine dos veículos, mas em veículo do tipo caminhonete, onde os produtos devem estar cobertos por uma lona impermeável e presos à carroceria, não ultrapassando o limite máximo de altura da mesma.

Neste sentido, no quadro 6, é possível verificar resultados de pesquisas feitas

em alguns municípios da região Serrana do estado de Santa Catarina onde observa-se que nem todos os agricultores pesquisados costumam transportar os agrotóxicos em carro caçamba e separado de outros produtos de uso doméstico, bem como, muitas vezes não recebem instruções para executar o transporte de forma segura (MORELLO, 2018; PEDROSO, 2019; PRADO, 2020). Assim, para evitar acidentes e contaminações é imprescindível que os agricultores sejam alertados e orientados sobre as medidas adequadas de transporte dos agrotóxicos, já que são produtos perigosos à saúde humana e ambiental.

Já em relação ao armazenamento, a Associação Brasileira Normas e Técnicas (ABNT) tem estabelecido regras para o armazenamento adequado de agrotóxicos, visando à garantia da qualidade dos produtos, bem como à prevenção de acidentes. Dentre as normas que regulamentam o armazenamento de agrotóxicos no Brasil destacam-se as NBR 7500/2020, NBR 9843/2019 e NBR 23/2011.

A NBR 7500/2020 trata da identificação para o transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produtos. Esta norma estabelece a simbologia convencional e o seu dimensionamento para sinalizar veículos, combinações de veículos e equipamentos de transporte com produtos perigosos, e também para identificar as embalagens e/ou volumes, a fim de indicar os riscos e os cuidados a serem tomados.

Já a NBR 9843/2019 trata do armazenamento adequado de agrotóxicos, visando preservar a qualidade do produto e a prevenção de acidentes, sendo dividida em quatro partes: Parte 1 - especifica os requisitos para o armazenamento de agrotóxicos e afns, de modo a garantir a segurança e a saúde as pessoas e preservar o meio ambiente e o produto, é aplicada às indústrias, aos armazéns gerais e aos centros de distribuição; Parte 2 - especifica os requisitos para o armazenamento comercial de agrotóxicos e afins, sendo aplicável aos distribuidores e cooperativas; Parte 3 - especifica os requisitos para o armazenamento de agrotóxicos e afins, de modo a garantir a segurança e a saúde das pessoas e preservar o meio ambiente e o produto, sendo aplicável para as propriedades rurais, às empresas e aos prestadores de serviço cujo armazenamento se localize em área rural e Parte 4 – normatiza os requisitos para o armazenamento de agrotóxicos e afins, de modo a garantir a segurança e a saúde, bem como preservar o meio ambiente e a integridade do produto, esta norma se aplica aos laboratórios de agrotóxicos e afns. Enquanto a NBR 23 de 2011 regulamenta a prevenção contra incêndios durante o armazenamento dos produtos químicos.

De acordo com a NBR 9843-1/2019, armazém é o local para guardar, estocar, conter ou manter em segurança grandes quantidades de agrotóxicos, já o depósito é o local utilizado para armazenar em segurança os agrotóxicos, independentemente

da sua quantidade.

Segundo a NBR 9843-3/2019 o local de armazenamento dos agrotóxicos na propriedade rural deve estar localizado em ambiente livre de inundações, separado de locais de estoque e/ou de manuseio de alimentos, medicamentos e instalações para animais, mantendo distância de refeitórios, moradias e cursos naturais de água, sendo de uso exclusivo para produtos agrotóxicos e afins, equipamentos de aplicação e seus acessórios, e embalagens vazias. Além disso, deve possibilitar ventilação e iluminação e contendo proteção para não permitir o acesso de animais. Deve ser construído em alvenaria e/ou em material que não propicie a propagação de chamas, tendo piso impermeável, não polido, de forma que facilite a limpeza e não permita infiltração para o solo. Além disso, o local de armazenamento deve apresentar sistema de contenção de resíduos no próprio depósito, com instalações elétricas em bom estado de conservação (se existir).

Ainda segundo a mesma NBR, em caso de armazenamento de agrotóxicos e afins em quantidades até 100 L ou 100 kg, é permitido o uso de armário exclusivo, trancado e abrigado, localizado fora de residências, alojamentos para pessoas ou animais, escritórios e ambientes que contenham alimentos e rações. Ainda, é recomendado placa de sinalização com os dizeres “cuidado-veneno” na fachada do depósito, o qual deve ter acesso restrito aos trabalhadores que devem ter sido devidamente orientados a manusear e manipular os agrotóxicos. Ainda, segundo a norma, as embalagens danificadas ou com vazamentos devem ser alocadas em recipiente lacrado e identificado e guardadas no próprio depósito, sendo que o fabricante deve ser comunicado. Da mesma forma, produtos vencidos ou embalagens com sobras de produtos devem ser identificados e guardados no mesmo depósito até serem recolhidos pelo fabricante ou devolvidos na unidade de recebimento de embalagens de agrotóxico.

As embalagens com sobras de produtos devem ser acondicionadas com a boca voltada para cima e com as identificações ou rótulos à vista. É importante destacar, ainda que as embalagens contendo os produtos agrotóxicos e afins devem ser acomodadas sobre palete ou outro sistema de modo a não ter contato direto com o piso.

Apesar de existirem leis e normas para o armazenamento adequado dos agrotóxicos, ainda há casos de armazenamento inadequado. Muitas vezes os agricultores, por falta de conhecimento ou por não considerarem os agrotóxicos como produtos tóxicos, não despendem a atenção necessária ao armazenamento destes produtos, armazenando-os em locais impróprios, como varandas e interior ou anexos de suas residências, formas estas consideradas razoáveis ou boas pelos

próprios agricultores, pois não as julgam como sendo práticas que podem oferecer riscos à saúde (BERNARDI *et al*, 2018).

No quadro 6, é possível observar que pesquisas feitas na região Serrana do estado de Santa Catarina demonstraram que nem sempre os agrotóxicos são armazenados em local próprio para este fim e distantes no mínimo 30 metros da residência (MORELLO, 2018; PEDROSO, 2019; PRADO, 2020). Nestas pesquisas ainda, foi possível observar, que os agricultores, muitas vezes, não possuem instruções técnicas quanto ao armazenamento adequado de agrotóxicos (Quadro 6), demonstrando que apesar da existência das legislações ainda há falta de orientações técnicas para que estes possam armazenar adequadamente os agrotóxicos em suas propriedades rurais.

Quanto ao uso de EPIs, estes são destinados à proteção da saúde do trabalhador e o uso é obrigatório no Brasil (BRASIL, 1978). Recomenda-se o uso de EPIs durante as atividades ocupacionais dos agricultores que envolvem o preparo da calda, aplicação, descarte das embalagens e a higienização dos equipamentos utilizados no uso e manejo dos agrotóxicos e que deve ser fornecida aos trabalhadores de forma gratuita e em plenas condições de funcionamento e conservação (BRASIL, 2011).

Para este fim, os seguintes equipamentos compõem os EPIs e devem ser vestidos na sequência: calça e blusa hidro-repelente, bota, avental, respirador, viseira facial, boné árabe e luvas (BRASIL, 2011). Após a finalização do trabalho devem ser retirados respeitando a ordem: boné árabe, viseira facial, avental, blusa, botas, calças, luvas e respirador (BRASIL, 2011).

No entanto, na prática ainda é baixo o percentual de agricultores que usam os EPIs de forma correta e com todos os itens recomendados durante o manuseio de agrotóxicos. Um estudo realizado em Minas Gerais com 1.027 sujeitos de pesquisa mostrou que homens e mulheres tiveram contato direto igualmente frequente com agrotóxicos, no entanto 21% dos homens utilizam adequadamente o EPI, enquanto apenas 3% das mulheres usam os equipamentos de forma adequada, ou seja, há descaso com o uso dos EPIs por 79% dos homens e 97% das mulheres (SILVÉRIO *et al*., 2020). No Rio Grande do Sul, 35% dos trabalhadores rurais não fazem uso de máscara, luvas ou qualquer equipamento de proteção individual (FARIA *et al*., 2004). Outro estudo realizado com agricultores de duas localidades produtoras de tomate da região Centro-Oeste do Brasil mostrou que quase todos os agricultores (99,1%) consideraram necessário o uso de EPIs durante a aplicação de agrotóxicos, mas cerca da metade (48,2%) não os utiliza de maneira adequada (PASIANI *et al*., 2012).

Resultados similares também foram encontrados na região serrana de Santa Catarina (Quadro 6). No município de São Joaquim, SC e Ponte Alta, SC um percentual

acima de 90% dos agricultores participantes do estudo informou sempre usar EPIs durante o preparo da calda e aplicação de agrotóxicos, no entanto, esse percentual é menor no município de São José do Cerrito, SC (57,0% usam EPIs durante o preparo da calda e 63,3% na aplicação de agrotóxicos), sendo a luva o item mais utilizado em todos os cultivos (Quadro 6).

A maioria dos trabalhadores rurais não utiliza todos os equipamentos de proteção individual recomendados e em uma das pesquisas citadas no quadro 6, mostrou que 37,8% ainda usam máscara sem filtro, 45,1% não usam viseira ou óculos e 40,2% não usam avental durante o preparo e aplicação de agrotóxicos (OLIVEIRA, 2018). As razões para o baixo percentual de uso dos EPIs com todos os item e de forma adequada pode ser associado a baixa escolaridade dos agricultores, ao fato dos EPIs serem desconfortáveis e terem limitações ergonômicas e no conforto térmico, além da falta de programas contínuos de educação aos agricultores focados no uso racional e seguro dos agrotóxicos e na saúde da população rural (PASIANI *et al*., 2012).

Alguns itens de proteção são inadequados para o uso, não cumprindo a função de evitar a contaminação do agricultor. A principal queixa do agricultor ao usar os EPIs é o desconforto térmico associado às roupas de proteção (MEIRELLES; VEIGA; DUARTE, 2016) e ao embaçamento dos óculos e/ou viseira (OLIVEIRA, 2018). O uso do EPI dificulta a dissipação do calor gerado e a manutenção da temperatura corporal num nível confortável (VEIGA; ALMEIDA; DUARTE, 2016). O agricultor brasileiro costuma trabalhar longas horas no campo, muitas vezes em temperaturas superiores a 40ºC e com umidade de 90%, ou seja, condição de trabalho insalubre devido à interferência negativa do EPI no processo de termorregulação corporal (MEIRELLES; VEIGA; DUARTE, 2016; VEIGA; ALMEIDA; DUARTE, 2016).

Ressalta-se que no geral os EPIs de uso agrícola apesar de atenderem as normas de certificação e aos testes laboratoriais, são meras adaptações dos EPIs utilizados na indústria, assim há muitas deficiências nos projetos e na produção que resulta em equipamentos inadequados e desconfortáveis que comprometem a sua eficiência e limitam o bem-estar do trabalhador rural nas suas atividades (MEIRELLES; VEIGA; DUARTE, 2016). Além disso, segundo os autores, as orientações de uso, manutenção e armazenagem dos EPIs agrícolas não são validadas no campo em situações reais e com a participação dos usuários. A forma de descarte adequados dos EPIs também não constam nas orientações de uso e manejo destes equipamentos, assim, o descarte tem sido feito junto ao resíduo comum, apesar da alta concentração de agrotóxicos (MEIRELLES; VEIGA; DUARTE, 2016).

Após o uso dos EPIs, deve-se adotar alguns cuidados durante a lavagem do mesmo e da roupa usada embaixo do equipamento, tais como: usar luvas de

nitrila ou neoprene e avental impermeável; lavar separado das demais roupas da família em tanque específico para tal finalidade com enxague abundante de água corrente, removendo os resíduos; não deixar de molho; lavar com sabão neutro; destinar a água da lavagem em fossa séptica adequada (ABREU; ALONZO, 2014). O autor ressalta que a lavagem dos EPIs ainda tem sido uma atividade das mulheres, sendo que o local de realização da lavagem ocorre principalmente no ambiente doméstico em algum tanque específico, ou na lavoura, sem nenhum cuidado com a possível contaminação por via dérmica dessas mulheres. Estudo com 82 agricultores evidenciou que 57,3% dos agricultores sempre realizam a lavagem dos equipamentos de proteção individual e 79,3% lavam a roupa usada embaixo de EPI de forma individual e diferenciada, sendo a atividade realizada predominantemente pelas mulheres (OLIVEIRA, 2018). No entanto, segundo a autora, 73,2% não utilizam avental e 78% não fazem uso de luva durante a lavagem da roupa suja de agrotóxico.

Quanto ao descarte das embalagens vazias dos agrotóxicos, estas são definidas, pelo Decreto Federal 4.074 de 04 de janeiro de 2002, como sendo um invólucro, recipiente ou qualquer forma de acondicionamento destinado a conter, cobrir, empacotar, envasar, proteger ou manter os agrotóxicos, seus componentes e afins.

Segundo Leite (2003) as embalagens de agrotóxicos possuem uma classificação própria sendo: embalagens primárias ou de contenção e embalagems secundárias.

As embalagens primárias ou de contenção são embalagens que estão em contato direto com o produto, com características mercadológica, logística e de uso, produzidas com os diversos tipos de materiais. As embalagens primárias dos agrotóxicos são classificadas em dois grandes grupos: 1) As embalagens laváveis que são rígidas (plásticas e metálicas) e servem para acondicionar formulações líquidas para serem diluídas em água, sendo que cerca de 1% delas são feitas de aço ou outros metais, entretanto, a maioria, é feita de plástico; 2) As embalagens não laváveis que são utilizadas para acondicionar produtos que não utilizam água como veículo de pulverização, além de todas as embalagens flexíveis e as embalagens secundárias (inPEV, 2018). As embalagens não lavadas são transportadas em sacos especiais diretamente para incineração e as tampas das embalagens passam pelo processo de reciclagem para serem fabricadas novas tampas (inPEV, 2018).

A lei 9.974/00 determina que todas as embalagens rígidas laváveis de defensivos agrícolas devem ser lavadas com o objetivo de evitar a sua contaminação com produto residual. Além disso, os procedimentos de lavagem, quando realizados durante a preparação da calda, evitam desperdício do produto e reduzem riscos de contaminação do meio ambiente. A lavagem é indispensável para a reciclagem posterior do produto e deve ser feita conforme norma específica (NBR 13.968) da

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) (inPEV, 2018).

Embalagens secundárias referem-se às embalagens rígidas ou flexíveis que acondicionam embalagens primárias, não entram em contato direto com as formulações de agrotóxicos, sendo consideradas embalagens não contaminadas e não perigosas. São as caixas de papelão, os envoltórios de plásticos retráteis ou extensíveis, entre outros (inPEV, 2018).

Segundo a Lei dos agrotóxicos (Lei 7.802/89), a responsabilidade legal sob o uso e manuseio das embalagens vazias dos agrotóxicos é dos fabricantes, comerciantes, agricultores e do poder público, envolvendo todos os setores: fabricação, comercialização, manuseio das embalagens pelo agricultor até a sua devolução, armazenamento, transporte e destinação final, que pode ser a reciclagem ou a incineração. Deste modo, os usuários de agrotóxicos, devem efetuar a devolução das embalagens vazias dos produtos aos estabelecimentos comerciais em que foram adquiridos, de acordo com as instruções previstas nas respectivas bulas, no prazo de até um ano, contado da data de compra, ou prazo superior, se autorizado pelo órgão registrante, sendo que a devolução deve ser intermediada por postos ou centros de recolhimento, desde que autorizados e fiscalizados pelo órgão competente (BRASIL, 1989; BRASIL, 2000).

Ainda segundo a Lei 9.974/2000 as empresas produtoras e comercializadoras de agrotóxicos, são responsáveis pela destinação das embalagens vazias dos produtos por elas fabricados e comercializados após a devolução pelos usuários, além disso, são também responsáveis pelo descarte dos produtos apreendidos pela ação fiscalizatória e dos impróprios para utilização ou em desuso, com vistas à sua reutilização, reciclagem ou inutilização, obedecidas as normas e instruções dos órgãos registrantes e sanitário-ambientais competentes.

Cabe ao Poder Público o dever de regulamentar a utilização destas substâncias, de modo a proteger o ambiente e a saúde humana, além de fiscalizar conforme prevê a legislação (GRANZIERA, 2011).

A lei 9.974/2000 também normatiza a tríplice lavagem e a inutilização de embalagens vazias de agrotóxicos. Tríplice lavagem é o procedimento que implica em lavar internamente três vezes a embalagem vazia (no caso as embalagens laváveis) e perfurar a embalagem para evitar reutilização (inPEV, 2002). Este processo deverá ser executado imediatamente após o esvaziamento da embalagem, durante o preparo da calda, porque, os restos do produto poderão secar dentro das embalagens e dificultar ou mesmo impedir a sua retirada (inPEV, 2002). Com isso, o usuário deve utilizar o líquido da lavagem das embalagens de agrotóxicos para a pulverização, evitando seu desperdício que geralmente tem custo elevado, além de

evitar efeitos danosos ao ambiente (inPEV, 2002).

Todo este processo descrito expôs a necessidade de se criar o inPEV. Assim a logística reversa das embalagens vazias de agrotóxicos é regulamentada pela Lei 12.305 de agosto de 2010 (Politica Nacional de Residuos Sólidos), a qual determina que as embalagens retornem ao Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias – inPEV. Estas embalagens, para retornarem, devem passar pelo processo da tríplice lavagem, conforme estabelecido o procedimento na Norma Brasileira número 13968 de 1997 (ABNT, 1997), ainda no campo, pelo agricultor.

O inPEV possui um sistema de logística reversa de embalagens vazias de agrotóxicos, chamado Sistema Campo Limpo que abrange todas as regiões do país (inPEV, 2018). O sistema conta com centrais de recebimento de embalagens que possuem inclusive licenciamento ambiental para seu funcionamento (inPEV, 2018). O sistema conta com centrais de recebimento de embalagens que possuem inclusive licenciamento ambiental para seu funcionamento (inPEV, 2018).

No território brasileiro atualmente existem 411 unidades de recebimento (postos e centrais), destas, 125 são postos e 286 são centrais de recebimento. No estado de Santa Catarina existem nove unidades de recebimento até o momento, sendo que quatro são postos e cinco são centrais de recolhimento (inPEV, 2018). Há correlação significativa e positiva entre o volume de embalagens vazias de agrotóxicos recolhidas no Brasil com o número de centrais (r = 0,61; $p = 0,0269$) e postos de recolhimento (r = 0,80; $p = 0,0009$), ou seja, à medida que aumentou, ao longo dos anos, o número de centrais e postos de recolhimento no Brasil, aumentou também o volume de embalagens vazias de agrotóxicos recolhidas (SILVA *et al*., 2019b).

A partir da criação da Lei 9.974/2000 e da Lei 12.305/2010, bem como da implementação do Sistema Campo Limpo, o Brasil tem se tornado referência mundial em destinação de embalagens vazias de agrotóxicos, cuja média anual de destinação adequada é de 94% das embalagens plásticas primárias comercializadas (inPEV, 2018). Silva *et al* (2019b) demonstram a evolução do recolhimento das embalagens vazias no Brasil e na Região Sul do país (Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina), desde o ano de 2003, logo após a fundação do inPEV até o ano de 2016. Nesta mesma pesquisa as autoras relatam que a região sul do país recolhe 27% do total das embalagens vazias do país, destacando-se o estado do Paraná com 15% do total recolhido na região sul, seguido pelo estado do Rio Grande do Sul (10%) e Santa Catarina (2%).

Apesar do Brasil ser referência mundial no recolhimento de embalagens vazias de agrotóxicos, é importante destacar que esse dado pode estar relacionado

ao fato do país representar o maior mercado de compra e venda de agrotóxicos do mundo. Assim, como se consome mais do que os outros países, a tendência é que se recolha mais embalagens vazias.

Deste modo, apesar do país se destacar mundialmente no recolhimento de embalagens vazias de agrotóxicos, casos de descarte inadequado destas embalagens ainda podem ser percebidos no meio rural brasileiro (quadro 6). Assim, muito trabalho ainda há de ser desenvolvido no campo para que o Brasil continue destinando adequadamente as embalagens vazias de agrotóxicos e se mantenha como referência nesta área.

Considerações

De modo geral, observa-se que ainda há no meio rural brasileiro deficiências quanto ao uso e manejo adequado dos agrotóxicos e que estes são, muitas vezes, utilizados de forma intensiva e sem restrição. Neste sentido, podem interferir diretamente na manutenção do equilíbrio do ecossistema, já que sua ação negativa pode ocorrer sobre a saúde humana, animal e ambiental, envolvendo o conceito da saúde única, que trata da indissociabilidade entre estes compartimentos.

Assim, restringir o uso dos agrotóxicos e/ou manejá-los adequadamente, significa zelar pela sustentabilidade do planeta, pela segurança alimentar e nutricional, pela manutenção dos serviços ecossistêmicos e pela saúde pública, garantindo segurança, bem-estar e harmonia a todas as formas de vida. E deste modo, atender as metas dos objetivos do desenvolvimento sustentável propostos na Agenda 2030 da ONU, e reforçar, de acordo com a FAO, a agricultura e o desenvolvimento sustentável, como estratégia a longo prazo, para aumentar a produção e o acesso de todos aos alimentos, ao mesmo tempo que preserva os recursos naturais e os garante às futuras gerações.

Por fim, salienta-se que a ação conjunta e integrada das diversas áreas do conhecimento (saúde, agrárias e da terra, sociais, humanas dentre outras) é fundamental para promover ações em saúde única que possibilitem a preservação da saúde humana, animal e ambiental.

Referências

ABESSA, D. *et al*. The systematic dismantling of Brazilian environmental laws risks losses on all fronts. **Nature Ecology & Evolution**, v.3, p. 510–511, 2019.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13968: Embalagem rígida vazia de agrotóxico - Procedimentos de lavagem**. Rio de Janeiro, 1997.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 23:2011. Dispositivos semicondutores Métodos de ensaios mecânicos e climáticos Parte 23: Ensaio de vida em alta temperatura.** Rio de Janeiro, 2011.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR: 7500:2020. Identificação para o transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produtos**. Rio de Janeiro, 2020.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR: 9843:2019. Agrotóxicos e afins – Armazenamento. Parte 3: Propriedades rurais**. Rio de Janeiro, 2019.

ABREU, P. H. B.; ALONZO, H. G. A. Trabalho rural e riscos à saúde: uma revisão sobre o "uso seguro" de agrotóxicos no Brasil. **Ciência e Saúde Coletiva**, v.19, n.10, p.4197-4208, 2014.

ALBUQUERQUE, G. S. C. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. **Saúde debate**, v. 42, n. 117, p.518-534, 2018.

ALGUACIL, J. Risk of pancreatic cancer and occupational exposures in Spain. **Annals of Occupational Hygiene**, v. 44, n. 5, p. 391–403, 2000.

ALMEIDA, M. D; *et al*. A flexibilização da legislação brasileira de agrotóxicos e os riscos à saúde humana: análise do Projeto de Lei nº 3.200/2015. **Cadernos Saúde Pública** v. 33,n.7, p.1-11, 2017.

ALVES, S; OLIVEIRA, S. Avaliação de ambientes contaminados por agrotóxicos. *In*: PERES, F.; MOREIRA, JC. (Orgs). É veneno ou é remédio? **Agrotóxicos, saúde e ambiente**. p. 137-156. Rio de, Janeiro: FIOCRUZ, 2003.

ANDAV - Associação Nacional dos Distribuidores de Insumos Agrícolas e Veterinários. **Manual de transporte: customizado para o setor de distribuição de insumos agrícolas e veterinárias**. 2017. Disponível em: <http://www.andav.com.br/wp-content/uploads/2017/10/MANUAL-DE-TRANSPORTES- 2017.pdf>. Acesso em: 15 de agosto de 2020.

ARAÚJO, A. J. DE *et al*. Exposição múltipla a agrotóxicos e efeitos à saúde: estudo transversal em amostra de 102 trabalhadores rurais, Nova Friburgo, RJ. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 12, n. 1, p. 115-130, 2007.

BARRETO, C. D. A.; RIBEIRO, H. Agricultura e meio ambiente em Rio Verde (Go). **Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente**, v. 30, n. 1, p. 1–20, 2006.

BELLEI, T. T.; STEDILE, N. L. R. **O uso de agrotóxicos e a prevalência de neoplasias no município de Vacaria/RS**. Repositório Universidade de Caxias do Sul, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ucs.br/xmlui/bitstream/handle/11338/3431/Dissertacao Teresinha Terribile Bellei.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 07 set 2018.

BERNARDI, A. C. A. *et al*. Manejo e Destino das embalagens de agrotóxicos. **Perspectiva**, v. 42, n.159, p. 15-28, 2018.

BIDLEMAN, T. F. *et al*. Organochlorine pesticides in the atmosphere of the Southern Ocean and Antarctica, January-March, 1990. **Marine Pollution Bulletin**, v. 26, n. 5, p. 258-262, 1993.

BOCHNER, R. Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas SINITOX e as intoxicações humanas por agrotóxicos no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 12, p. 73-89, 2007.

BOMBARDI, L. M. **Geografia do Uso de Agrotóxicos no Brasil e Conexões com a União Europeia**. 1a ed. São Paulo: FFLCH - USP, 2017. Disponível em: >http://conexaoagua.mpf.mp.br/arquivos/agrotoxicos/05-larissa-bombardi-atlas-agrotoxico-2017.pdf>. Acesso em 26 jul. 2020.

BRAGA, A.R.C. *et a*l. Global health risks from pesticide use in Brazil. **Nature**, v.1, s/n, p.312-314, 2020.

BRASIL. Ministério do Trabalho. **NR 6 - Equipamento de Proteção Individual - EPI de 1978**. Portaria GM n.º 3.214, de 08 de junho de 1978. Diário Oficial da União, Brasília, 06 de jul. 1978.

BRASIL. **Lei no. 7.802, de 11 de julho de 1989**. Disponível em: >http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L7802.htm#art13> Acesso em: 15 mai 2020.

BRASIL. **Lei 9.605, 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. Diário Oficial da União, Brasília, 13 fev. 1998.

BRASIL. **Lei n° 9.974, de 06 de junho de 2000**. Lex: publicado no DOU de 7.6.2000. 2000. Disponível em: >http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9974.htm.< Acesso em: 29 jul 2020.

BRASIL. **Projeto De Lei 6.299 de 2002 que altera os arts 3º e 9º da lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989.** Lex: Câmara dos Deputados Brasília, 2002a.

BRASIL. **Decreto n° 4.074, de 4 de janeiro de 2002**. Lex: publicado no Diário Oficial da União de 8.1.2002b. Disponível em: >http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4074.htm#:~:text=Regulamenta%20a%20Lei%20no,e%20embalagens%2C%20o%20registro%2C%20a.< Acesso em: 30 de abril 2020.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Protocolo de Atenção à Saúde dos Trabalhadores Expostos a agrotóxico**. Relatório. Brasília, 2006.

BRASIL. **Lei n° 12.305, de 02 de agosto de 2010. 2010**. Disponível em: >http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm< Acesso em: 18 set 2018.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Cartilha sobre Agrotóxicos Série Trilhas do Campo**. 2011. Disponível em: >http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/451956/Cartilha+sobre+Agrot%C3%B3xicos+S%C3%A9rie+Trilhas+do+Campo/6304f09d-871f-467b-9c4a-73040c716676< Acesso em: 2 ago 2020.

BRASIL. Ministério do Trabalho. **Nr 7-Programa de controle médico de saúde ocupacional.** n. 7, p. 1–16, 2013. Disponível em: >http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR7.pdf.< Acesso em: 27 mar 2020.

BRASIL. Agência Nacional de Transportes Terrestres – ANTT. **Resolução ANTT nº 5232, de 14 de dezembro de 2016**. Disponível em: <https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/24783215.> Acesso em: 23 de agosto de 2020.

BRASIL. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 2017. Disponível em: <https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/produtores.html> Acesso em: 28 mar 2020.

BRASIL. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 2018a. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>. Acesso em: 19 de mar. 2020.

BRASIL.**Tribunal de Contas da União**. p. 8–10, 2018b. Disponivel em: <https://jurisprudencia.s3.amazonaws.com/tcu/attachments/tcu_ra_02942720177_49dba.pdf?signature=r1qig8frpdxpgeocw30qoxrunx8%3d&expires=1539441448&awsaccesskeyid=akiaipm2xemzacaxcmba&response-content-type=application/pdf&x-amz-meta-md5-hash=008d17989c27fa64560368d0d04b5ac1> Acesso em: 13 out 2020.

BRASIL. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. **Agrotóxicos na ótica do Sistema Único de Saúde** / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. Brasília: Ministério da Saúde, 2018c.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Ibama. Agrotóxicos. **Relatórios de Comercialização**. 2019a. Disponível em: http://www.ibama.gov.br/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos#boletinsanuais. Acesso em: 28 abr. 2020.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**, 2019b. Insumos Agrícolas. Agrotóxicos. Informações técnicas. Registro concedidos. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/agrotoxicos/informacoes-tecnicas>. Acesso em: 27 abr 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária,** 2019c. Disponível em: >http://portal.anvisa.gov.br/agrotoxicos/reclassificacao-toxicologica. Acesso em: 18 mar 2020.>

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – **Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos**, 2019d. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/0/Relat%C3%B3rio+%E2%80%93+PARA+2017-2018_Final.pdf/e1d0c988-1e69-4054-9a31-70355109acc9>. Acesso em: 08 fev. 2020.

CARNEIRO, F. F. *et al*. **Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. Rio de Janeiro / São Paulo: 2015.

CARNIEL, L.C. *et al*. The fungicide mancozeb affects soil invertebrates in two subtropical Brazilian soils. **Chemosphere**, v.232, p.180-185, 2019.

CARVALHO, P. G. B; *et al* .Hortaliças como alimentos funcionais. **Horticultura Brasileira**, v.24, n.4, p. 397-404, 2006.

CDC. **Centers for diseases Control and prevention**. Disponível em: <https://www.cdc.gov/onehealth/basics/index.html>. Acesso em: 10 de ago. 2019.

CERQUEIRA, G. S. *et al*. Dados da exposição ocupacional aos agrotóxicos em um grupo assistido por uma unidade básica de saúde na cidade de Cajazeiras, PB. **Revista Intertox De Toxicologia - Risco Ambiental E Sociedade**, v.3, n.1, p.16-28, 2010.

COCCO, P. On the rumors about the silent spring. Review of the scientific evidence linking occupational and environmental pesticide exposure to endocrine disruption health effects. **Cadernos de Saúde Pública**, v.18, n.2, p.379-402, 2002.

COELHO, F. E. A. *et al*. Brazil unwisely gives pesticides a free pass. **Science**, 365, n.6465, p. 552-553, 2019.

COSTA, V. I. B. C. *et al*. Exposição ambiental e ocupacional a agrotóxicos e o linfoma não Hodgkin. **Saúde Debate**, v.41, n.112, p.49-62, 2017.

EDDLESTON, M. Pesticides. **Medicine**, v.44, n.3, p. 193-196, 2016.

EVARISTO, A. **Caracterização da saúde de agricultores em um município da Serra Catarinense e a sua relação com a exposição aos agrotóxico**s. 2019. Dissertação (Mestrado em Ambiente e Saúde), Universidade do Planalto Catarinense. Lages, Santa Catarina.

FARIA, N. M. X. *et al*. Trabalho rural e intoxicações por agrotóxicos. **Cadernos de Saúde Pública**, v.20, n.5, p. 1298-1308, 2004.

FARIA, N. M. X; ROSA, J. A. R; FACCHINI, L. A. Intoxicações por agrotóxicos entre trabalhadores rurais de fruticultura, Bento Gonçalves, RS: **Revista Saúde Pública**, v.43, n.2, p.335-344, 2009.

FERREIRA, R, I.; MATOS, P, V; RIGOTTO, R. M. A Modernização agrícola produz desenvolvimento trabalho e saúde? **Agrotóxicos, Trabalho e Saúde**, v. 2, 2009.

FIOCRUZ, Fundação Oswaldo Cruz. **Estatística Anual de Intoxicação Humana:** Relatório, Brasil, 2016.

FRANK, T. **Quais são os principais sinais e sintomas da intoxicação por agrotóxicos?** 2009. Disponível em: <http://renastonline.ensp.fiocruz.br/recursos/quais-os-principais-sinais-sintomas-intoxica%C3%A7%C3%A3o-agrot%C3%B3xicos>. Acesso em 10 nov 2019.

FREIRE, F. C. Avaliação dos possíveis efeitos sobre o desfecho da gravidez em uma população de mulheres expostas cronicamente a agrotóxicos, na região do vale de São Lourenço, Nova Friburgo, Rio de Janeiro. **Fundação Oswaldo Cruz Escola**, 2005. Disponível em: < <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/5060> Acesso em 04 nov 2018.

FREITAS, V. O poder judiciário e o direito ambiental no Brasil. **Interesses Difusos e Coletivos**, v. 65, 2008. Disponível em: <https://bdjur.stj.jus.br/jspui/bitstream/2011/31220/poder_judiciario_direito_freitas.pdf> Acesso em: 23 jun 2020.

FURTADO, R. D. Tratamento De Efluentes Gerados Pela Lavagem De Aeronaves Agrícolas e Pelo Descarte Das Aplicações Aéreas De Agrotóxicos. **Tese de Doutorado**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS. 2012.

GAMA, A. F; OLIVEIRA, A.H.B; CAVALCANTE, R.M. Inventário de agrotóxicos e risco de contaminação química dos recursos hídricos no semiárido cearense: **Química Nova,** v. 36, n. 3, 2013.

GHOSH, R. *et al*. Organochlorine pesticide level in patients with chronic kidney disease of unknown etiology and its association with renal function. **Environmental Health and Preventive Medicine**, v.22, n.49, p.1-8, 2017.

GILL, R.J. *et al*. Combined pesticide exposure severely affects individual-and colony-level traits in bees. **Nature**, v.491, n.7422, p.105-108, 2012.

GOMES, I. N.; VIEIRA, K. I. C.; GONTIJO, L. M.; RESENDE, H. C. Honeybee survival and flight capacity are compromised by insecticides used for controlling melon pests in Brazil. **Ecotoxicology**, v. 29, n.1, 97-107, 2020.

GOULART, I. O. **Percepção dos maleicultores com sintomas de intoxicação aguda sobre a exposição aos agrotóxicos e sua relação com os resultados do teste de colinesterase.** 2020. Dissertação (Mestrado em Ambiente e Saúde), Universidade do Planalto Catarinense. Lages, Santa Catarina.

GRANZIERA, M. L. M. **Direito ambiental**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2011.

GURGEL, A; MORAES, L.I. **Dossiê ABRASCO contra o PL do veneno e a favor da Política Nacional de Redução de Agrotóxicos.** 2018. Disponível em: <https://www.abrasco.org.br/site/wp-content/uploads/2018/08/DOSSIE_NOVO_26_JULHO_Final.pdf> Acesso em: 05 jul 2020.

GUYTON, K. Z. *et al*. Carcinogenicity of tetrachlorvinphos, parathion, malathion, diazinon, and glyphosate. **The Lancet Oncology**, v.16, n.5, p.490-491, 2015.

HASSANIN, N. M. *et al*. Association between exposure to pesticides and disorder on hematological parameters and kidney function in male agricultural workers. **Environmental Science and Pollution Research**, v.25, p.30802-30807, 2018.

HE, J.; BALASUBRAMANIAN, B. Composition of semi-volatile organic compounds in the urban atmosphere of Singapore: influence of biomass burning. **Atmospheric Chemistry and Physics**, v.10, p.11401-11413, 2010.

HENZ, G. P.; ALCÂNTARA, F. A. **Hortas: o produtor pergunta, a Embrapa responde** / editores técnicos. Brasília, DF.Embrapa Informação Tecnológica, 2009.

HESS, S. C.; NODARI, R.O. Glifosato, o maior dos venenos. In: **Ensaios sobre a poluição e doenças no Brasil**. São Paulo: Outras Expressões, 1ª ed., 2018, 244p.

HESS, S. C.; SOLDI, C. Riscos associados aos pesticidas domésticos piretróides. In: **Ensaios sobre a poluição e doenças no Brasil.** São Paulo: Outras Expressões, 1ª ed., 2018, 244p.

HORT, J. V. Sustentabilidade e saúde pública: relatos médicos sobre patologias associadas ao uso de agrotóxicos – o caso do município de Marechal Cândido Rondon – PR. **Espaço Plural**, n.34, p.636-661, 2016.

INCA, Instituto Nacional do Câncer. **Posicionamento Do Instituto Nacional De Câncer José Alencar Gomes Da Silva Acerca Dos Agrotóxicos**. Ministério da Saúde, 2015.

InPEV, Instituto Nacional De Processamento De Embalagens Vazias. **Centros de Recolhimento de Embalagens de Agrotóxicos**. 2018. Disponível em: <http://www.inpev.org.br>. Acesso em: 25 de mar. 2020.

JARDIM A. *et al*. Pesticide residues in cashew apple, guava, kaki and peach: GC-mu ECD, GC-FPD and LC-MS/MS multiresidue method validation, analysis and cumulative acute risk assessment. **Food Chemistry**, v.164, p.195-204, 2014.

JAYASUMANA, C. *et al*. Drinking well water and occupational exposure to

JEGEDE O. O. *et al* Temperature influences the toxicity of deltamethrin, chlorpyrifos and dimethoate to the predatory mite Hypoaspisaculeifer (Acari) and the springtail Folsomia candida (Collembola). **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v.140, p-214-221, 2017.

KLAASSEN, C. D.; WATKINS, J. B. **Fundamentos em Toxicologia de Casarett e Doull (Lange)**. Artmed. 2ª ed., 2012.

KOIFMAN, S.; KOIFMAN, R. J.; MEYER, A. Human reproductive system disturbances and pesticide exposure in Brazil Distúrbios do sistema reprodutivo humano e exposição a pesticidas no Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v.18, n.2, p. 435-445, 2002.

LEBOV J. F. *et al*. Uso de pesticidas e risco de doença renal terminal entre aplicadores de pesticidas licenciados no Agricultural Health Study. **Ocupattional & Environmental Medicine**, v.73, n.3, p. 3–12, 2016.

LEITE, P. R. **Logistica Reversa: Meio Ambiente e Competitividade**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003.

LEMOS, V. F. *et al* . Perfil nacional de apreensões de agrotóxicos pela Polícia Federal. **Revista Brasileira de Criminalística**, v.7, n.1, p.21-25, 2018.

LIU, M. K. *et al*. Fate and stereoselective behavior of benalaxyl in a water-sediment micro-cosm. **Journal of Agricola Food Chemistry**, v.63, n.21, p.5205-5211, 2015.

LONDRES, F. **AGROTÓXICOS NO BRASIL um guia para ação em defesa da vida**. 1a edição ed. Rio de Janeiro: [s.n.]. 2011. Disponível em: < http://aspta.org.br/wp-content/uploads/2011/09/Agrotoxicos-no-Brasil-mobile.pdf> Acesso em 18 jul 2020.

MAZOYER, M.; ROUDART, L. **História das agriculturas no mundo: do neolítico à crise contemporânea.** São Paulo: 2010. Disponivel em: <http://www.ufrgs.br/pgdr/publicacoes/producaotextual/lovois-de-andrade-miguel-1/mazoyer-m-roudart-l-historia-das-agriculturas-no-mundo-do-neolitico-a-crise-contemporanea-brasilia-nead-mda-sao-paulo-editora-unesp-2010-568-p-il> Acesso em: 28 jul 2020.

MEIRELLES, L.A.; VEIGA, M.M.; DUARTE, F. A contaminação por agrotóxicos e o uso de EPI: análise de aspectos legais e de projeto. **Laboreal**, v.12, n.2, p.75-82, 2016.

MEYER, T. N. *et al*. Incidência de suicídios e uso de agrotóxicos por trabalhadores rurais em Luz (MG), Brasil, **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional** [online], v.32, n.116, p.24-30, 2007.

MEYER, T. N. *et al* . Incidência de suicídios e uso de agrotóxicos por trabalhadores rurais em Luz (MG), Brasil, **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v.32, n.116, p.24-30, 2007.

MONTANHA, F. P.; PIMPÃO, C. T. Efeitos toxicológicos de piretróides (cipermetrina e deltametrina) em peixes. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, v.9, n.18, p.58, 2012.

MONTEIRO, I. P. Revolução Verde: reflexões acerca da questão dos agrotóxicos. **Revista da UNDB**. v. 1, p. 2–25, 2016. Disponível em: <http://www.undb.edu.br/public/publicacoes/revolu%C3%A7%C3%A3o_verde_e_agrot%C3%B3xicos_-_marcela_ruy_f%C3%A9lix.pdf> Acesso em: 30 mar. 20.

MOREIRA, J. C. *et al*. Contaminação de águas superficiais e de chuva por agrotóxicos em uma região do estado do Mato Grosso,**Ciências & Saúde coletiva**, v.17, n.6, p.1557-1568, 2012.

MORELLO, L. *et al*. Disposal of pesticide wastes in apple orchards in the south of Brazil and its compliance with current legislation. **Journal of Agricultural Science**; v.11, n.10, p.140-153, 2019.

MORELLO, L. **Transporte, armazenamento e descarte de resíduos de agrotóxicos em propriedades rurais da Serra Catarinense**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ambiente e Saúde), Universidade do Planalto Catarinense. Lages, Santa Catarina.

MPSC, Ministério Público de Santa Catarina. **Programa Alimento sem Risc**o. 2017. Disponível em: <https://www.mpsc.mp.br/programas/programa-alimento-sem-risco>. Acesso em 09/07/2020.

MPSC, Ministério Público de Santa Catarina. **Seminário sobre Agrotóxicos nos Alimentos, na Água e na Saúde**. Sônia Hess, 2019.

MURAKAMI, Y. *et al*. Intoxicação crônica por agrotóxicos em fumicultores. **Saúde em Debate**, v.41, p.563-576, 2017.

NETO, M. G. A. Agrotóxicos em água para o Consumo Humano. **Revista de Psicologia**, v.10, n.33, p.69-78, 2010.

NORHEIM, G.; SKAARE, J.; WIIG. Some heavy metals, essential elements, and chlorinated hydrocarbons in polar bear (Ursus maritimus) at Svalbard. **Environmental Pollution**, v.77, n.1, p.51-57, 1992.

OGA, S.; CAMARGO, M. M. DE A.; BATISTUZZO, J. A. DE O. **Fundamentos de Toxicologia**. São Paulo: Atheneu Sp, 4a ed., 2014.

OLIVEIRA, E. *et al*. Technology of application of defensives and relations with the risk of contamination of the water and soil. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v.2, n.3, 2006.

OLIVEIRA, N. P. *et al*. Malformações congênitas em municípios de grande utilização de agrotóxicos em Mato Grosso, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.19, n.10, p. 4123–4130, 2014.

OLIVEIRA, S. V. Aquisição e manuseio de agrotóxicos em cultivo de maçã: possíveis casos de intoxicação na serra catarinense. **Dissertação** (Mestrado em Ambiente e Saúde), Universidade do Planalto Catarinense.Lages, Santa Catarina. 2018.

ONU, Organização das Nações Unidas. **Transformando Nosso Mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Nova Iorque, 2015. Acesso em 10 nov 2019.

ONU, Organização das Nações Unidas. **Nações Unidas no Brasil**. 2018. Disponível em:<https://nacoesunidas.org/mudancas-na-lei-de-agrotoxicos-no-brasil-violariam-direitos-humanos-afirmam-relatores-da-onu/> Acesso em: 29 jul 2019.

PASIANI, J. O. *et al*. Knowledge, attitudes, practices and biomonitoring of farmers and residents exposed to pesticides in Brazil. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v.9, n.9, p.3051-3068, 2012.

PEDROSO, D. O. **Manejo de agrotóxicos no cultivo de grãos de São José do Cerrito – SC**. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Planalto Catarinense. Programa de Mestrado em Meio Ambiente e Saúde. Lages, 2019.

PERES, F.; ROZEMBERG, B. **É veneno ou é remédio? Os desafios da comunicação rural sobre agrotóxicos.** Editora Fiocruz. Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: <http://books.scielo.org/id/sg3mt/pdf/peres-9788575413173.pdf>. Acesso em: 19 set 2018.

PETRY, G. A. F. **Medidas de segurança para o uso de agrotóxicos: proposta de capacitação para trabalhadores rurais**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Curso de Especialização de Engenharia de Segurança do Trabalho. 2011.

PIGNATI, W. A. *et al*. Distribuição espacial do uso de agrotóxicos no Brasil: uma ferramenta para a Vigilância em Saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.22, n.10, p. 3281–3293, 2017.

POTTS, S. G. *et al*. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. **Trends in Ecology & Evolution**, v.25, n.6, p.345-353, 2010.

PRADO, J.A.F. **Manejo de agrotóxicos por agricultores e a influência na sua saúde**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ambiente e Saúde), Universidade do Planalto Catarinense. Lages, Santa Catarina.

RAMAKRISHNAN, B. *et al*. Local applications but global implications: Can pesticides drive microorganisms to develop antimicrobial resistance? **Science of The Total Environment**, v.654, p.177-189, 2019.

REBELO F, *et al*. Intoxicação por agrotóxicos no Distrito Federal, Brasil, de 2004 a 2007 - análise da notificação ao Centro de Informação e Assistência Toxicológica. **Ciência & saúde coletiva**, v.16, n.8, p.3493-3502, 2011.

RECENA, M. C. P.; CALDAS, E. D. Percepção de risco, atitudes e práticas no uso de agrotóxicos entre agricultores de Culturama, MS. **Revista de Saúde Pública**, v. 42, n.2, p.294–301, 2008.

ROSA, J. M. *et al*. Diagnóstico de serviços de polinização direcionada em pomares de maçã no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.40, n.2, e-234, 2018.

SANCHES A. L.M. *et al*. Single and mixture toxicity of abamectin and difenoconazole to adult zebrafish (*Danio rerio*). **Chemosphere**, v.88, p.582-587, 2017.

SANTOS, M. A. T. DOS; AREAS, M. A.; REYES, F. G. R. Piretróides - uma visão geral. **Alimentos e Nutrição - Brazilian Journal of Food and Nutrition**, v.18, n.3, p. 339-349, 2007.

SARWAR, M. The Dangers of Pesticides Associated with Public Health and Preventing of the Risks. **International Journal of Bioinformatics and Biomedical Engineering**,v. 1, n.2, p.130-136, 2015.

SCHEIBE, L. F.; HIRATA, R. **O contexto tectônico dos Sistemas Aquíferos Guarani e Serra Geral em Santa Catarina: uma revisão**. In: XV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 2008, Natal, RN. Anaisdo XV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. Curitiba: Associação Brasileira de Águas Subterrâneas, 2007.

SILVA, M. F. O. *et al*. Relação entre número de agrotóxicos registrados e casos de intoxicação em Santa Catarina. **Revista Interdisciplinar de Estudos em Saúde**, Rio do Peixe, v.09, n.2 (18), p.57-63, 2019a.

SILVA, M. F. *et al*. Panorama do recolhimento de embalagens vazias de agrotóxicos no Brasil e no Sul do Brasil. **Unoesc & Ciência - ACET Joaçaba**, v.10, n.2, p.115-124, 2019b.

SILVERIO, A. C. P. *et al*. Avaliação da atenção primária à saúde de trabalhadores rurais expostos a praguicidas. **Revista Saúde Pública**, v.54, n.9, p.1-11, 2020.

SINITOX, Fundação Oswaldo Cruz/**Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas**. Coordenação do Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas. Estatística, 2016.

STEFFEN, G. P. K. *et al*. Utilização de vermicomposto como substrato na produção de mudas de Eucalyptus grandis e Corymbia citriodora. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.31, n.66, p. 75-82, 2011.

TAVEIRA, B. L. S.; ALBUQUERQUE, G. S. C. Análise das notificações de intoxicações agudas, por agrotóxicos, em 38 municípios do estado do Paraná. **Saúde em Debate**, v.42, n.4, p. 211-222, 2018.

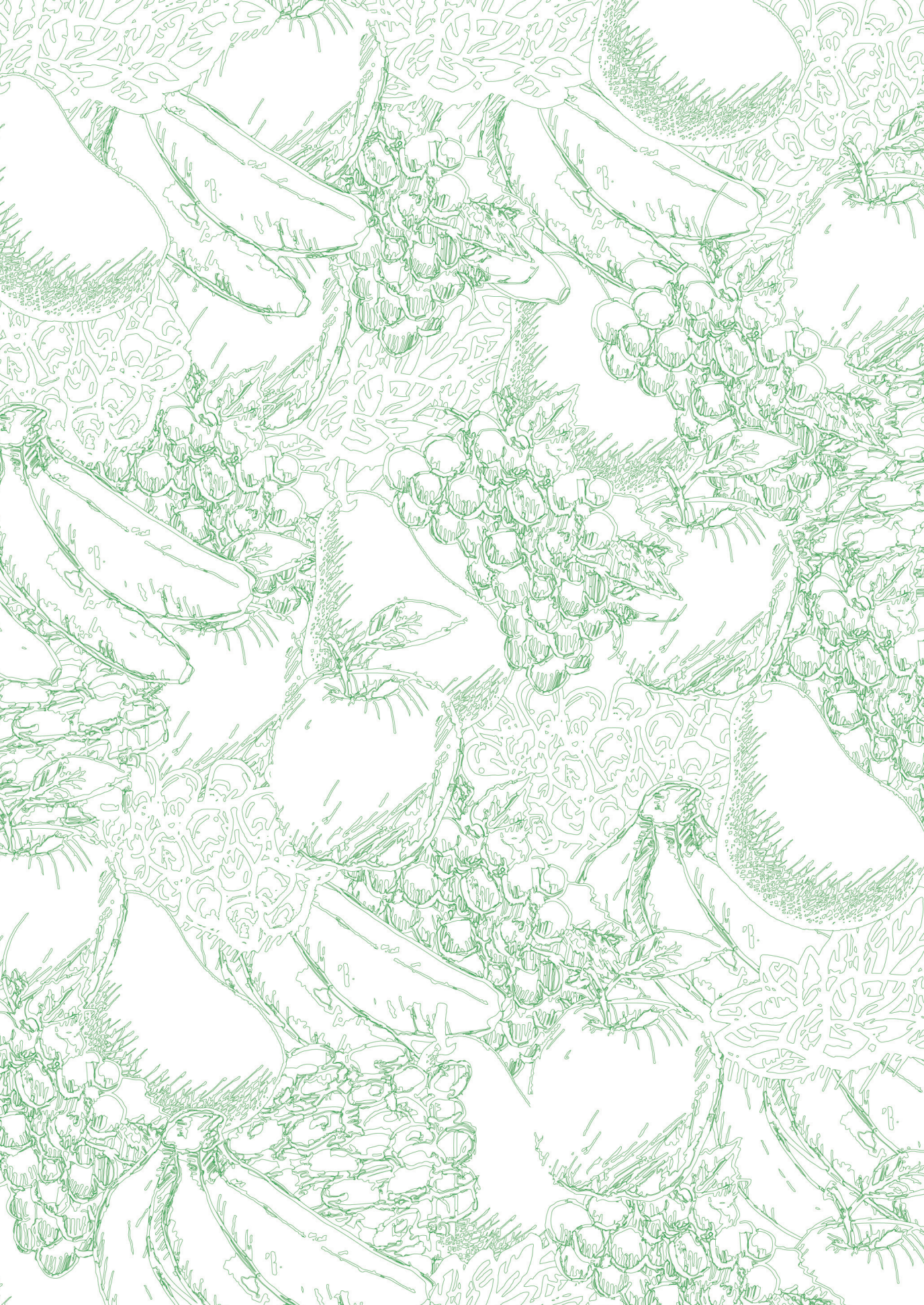
THUNDIYIL, J. G. *et al*. Acute pesticide poisoning: A proposed classification tool. **Bulletin of the World Health Organization**, v.86, n.3, p. 205-209, 2008.

VALCKE, M. *et al*. Pesticide exposures and chronic kidney disease of unknown etiology: an epidemiologic review. **Environmental**, v.16, n.49, p.1-20, 2017.

VEIGA, M. M.; ALMEIDA, R.; DUARTE, F. O desconforto térmico provocado pelos Equipamentos De Proteção Individual (EPI) utilizados na aplicação de agrotóxicos. **Pesquisa Empírica**, v.12, n.2, p.83-94, 2016.

WEISSKOPF, M. G. *et al*. Pesticide exposure and depression among agricultural workers in France. **American Journal of Epidemiology**, v.178, n.7, p.1051-1058, 2013.

WHITEHORN, P.R. **et al**. Neonicotinoid pesticide reduces bumble bee colony growth and queen production. **Science**, v.336, p.351-352, 2012.



Resíduos de agrotóxicos nos alimentos vegetais: Ações do Estado de Santa Catarina na mitigação, monitoramento e rastreabilidade

Autores

Matheus Mazon Fraga

Diego Medeiros Gindri

Resumo: Produzir alimentos para bilhões de pessoas preservando o meio ambiente e fornecendo alimento seguro à população é um dos desafios globais. O uso de agrotóxicos tem despertado uma grande preocupação por parte de diversos países devido às consequências ambientais e a contaminação dos alimentos. O Estado, através de suas organizações, tem papel importante na promoção e controle do uso correto e seguro dos agrotóxicos. Neste capítulo apresentamos ações desenvolvidas por órgãos públicos do Estado de Santa Catarina com vista a segurança dos alimentos vegetais, notadamente quanto aos resíduos de agrotóxicos remanescentes em amostras de alimentos analisados laboratorialmente. Apresentamos os programas de monitoramento da produção orgânica (MPorg), alimento sem risco (PASR) e rastreabilidade vegetal (e-Origem) desenvolvidos no estado de Santa Catarina. O MPorg visou a verificação da qualidade dos produtos orgânicos em relação às normas vigentes, identificando se os sistemas de produção orgânica estão aptos para a entrada no mercado de alimentos que promovam a saúde humana. O PASR tem como objetivo a segurança dos alimentos vegetais cultivados e comercializados em Santa Catarina, para proteger a saúde dos consumidores contra resíduos fora da conformidade legal provenientes do uso indiscriminado de ingredientes tóxicos. O e-Origem tem a finalidade de promover a identificação da origem e a rastreabilidade dos vegetais "*In Natura*" e minimamente processados e com isso identificar a origem da produção agrícola com resíduo de agrotóxico fora da conformidade legal para que ações educativas e fiscais sejam tomadas.

Introdução

Segundo dados da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação – FAO, o planeta terá 9 bilhões de habitantes no ano de 2050, e para alimentar essa população a produção de alimentos deverá crescer 70% mundialmente e 40 % no Brasil. Diante disso como produzir alimentos para 9 bilhões de pessoas preservando o meio ambiente e fornecendo alimento seguro à população.

Os agrotóxicos se apresentam como a ferramenta mais utilizada no controle de doenças, insetos e espécies de plantas daninhas na produção agrícola. O uso

excessivo desses produtos desperta grande preocupação por parte de diversos países devido às consequências ambientais e à contaminação dos alimentos. Da mesma forma, consumidores estão sendo cada vez mais exigentes sobre a qualidade dos alimentos, desde a aparência, sabor, composição nutricional e presença de resíduos de agrotóxicos.

A classificação toxicológica dos ingredientes ativos é baseada em seus efeitos agudos, mas não se ignora os efeitos crônicos advindos meses, anos ou até décadas após a exposição, que se manifestam em várias doenças como cânceres, malformações congênitas, distúrbios endócrinos, neurológicos e mentais. Além disso muito pouco se sabe sobre os efeitos da exposição múltipla e a baixas doses, situações rotineiras no cotidiano das pessoas, que podem ingerir, num só alimento, muitos ingredientes ativos (CARNEIRO et al., 2012).

O Estado, através de suas organizações, tem papel importante na promoção e controle do uso correto e seguro dos agrotóxicos. Neste capítulo apresentamos os programas de monitoramento da produção orgânica, alimento sem risco e e-Origem (Rastreabilidade vegetal) desenvolvidos no estado de Santa Catarina.

Monitoramento da produção orgânica

A cada dia um número crescente de agricultores se interessam pelos conceitos e práticas dos sistemas agrícolas com capacidade de gerar produtos de qualidade e saudáveis, conforme requisitos de sustentabilidade ambiental, segurança alimentar e viabilidade econômica.

No momento de nossa consulta, o Brasil possuía 22.586 produtores no Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento - MAPA, destes 1.486 estão no Estado de Santa Catarina distribuídos em mais de 145 municípios (MAPA, 2020).

A legislação orgânica brasileira considera como sistema orgânico de produção agropecuária todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis, o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização

da dependência de energia não-renovável, empregando, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização, e a proteção do meio ambiente (BRASIL, 2003).

Para facilitar a identificação e dar mais garantia da qualidade dos produtos orgânicos, a legislação brasileira criou o Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade Orgânica – SISORG (BRASIL, 2009), no qual o MAPA passou a ser responsável por credenciar e fiscalizar os produtores e entidades certificadoras. No intuito de apoiar essa fiscalização, permitindo que produtores idôneos apresentem aos seus clientes os laudos de acompanhamento da produção, dando mais garantias aos consumidores e retirando oportunistas do mercado.

Entre os anos de 2012 e 2016, o governo do Estado de Santa Catarina executou o Programa de Monitoramento da Produção orgânica – MPorg. O MPorg fez parte do programa SC Rural, uma iniciativa do Governo do Estado de Santa Catarina com financiamento do Banco Mundial. O monitoramento visa a verificação da qualidade dos produtos orgânicos em relação às normas vigentes, identificando se os sistemas de produção orgânica estão aptos para a entrada no mercado de alimentos que promovam a saúde humana (SANTA CATARINA, 2014).

As amostras de produtos vegetais foram coletadas, pelos Engenheiros Agrônomos da CIDASC, sob orientação e coordenação da Divisão de Fiscalização de Insumos Agrícolas e da Secretaria Executiva Estadual do SC Rural, em propriedades rurais e estabelecimentos comerciais do Estado de Santa Catarina. As amostras foram coletadas em diferentes estádios vegetativos das plantas, para obter uma distribuição anual que melhor se representa as sazonalidades e peculiaridades da agropecuária.

As informações importantes sobre a amostra e os dados do fornecedor/produtor foram registradas no Termo de coleta de amostras para permitir a rastreabilidade dos produtos coletados em qualquer tempo da execução do programa. As culturas coletadas foram cenoura, banana, batata, alface, cebola, maçã, tomate, repolho, pimentão, brócolis, morango, arroz e feijão.

Os produtos foram coletados utilizando-se luvas descartáveis, acondicionados em sacos de polietileno de primeiro uso, lacradas, etiquetadas, e acondicionadas em caixas de isopor contendo gelo para envio ao laboratório. Foram analisados 247 princípios ativos de agrotóxicos, em laboratórios credenciados para execução de análises oficiais.

Durante o programa MPorg, 1.887 amostras foram coletadas e analisadas, abrangendo 101 municípios catarinenses e 676 pontos (Figura 1).

Os índices de conformidade obtidos nos resultados das análises mantiveram-se maior que 90% em todos os anos amostrados. Em 2012, 362 (95,8%) das 378 estavam sem resíduos de agrotóxicos. O ano de 2015 apresentou o maior índice de desconformidade nas amostras coletadas, 35 (9,8%) das amostras analisadas (Figura 4).

Quando detectada presença de agrotóxicos nas amostras, os documentos foram enviados ao MAPA para averiguação das causas e problemas que ocasionaram a contaminação dos produtos por agrotóxicos e devidas providências.

Figura 1 – Amostras de alimentos vegetais coletadas e analisadas pelo MPorg para verificação dos resíduos de agrotóxicos na produção orgânica.



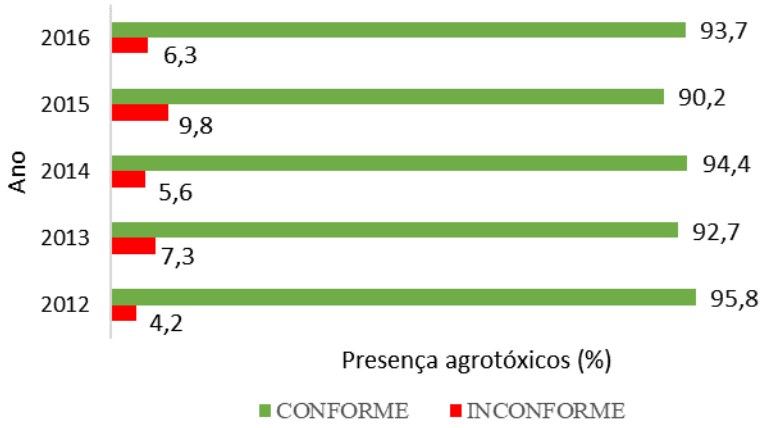
Fonte: Cidasc, 2016.

Observa-se que a produção e comercialização de produtos vegetais orgânicos no Estado de Santa Catarina apresenta um índice satisfatório de conformidades, acima de 90%, quanto a não utilização de agrotóxicos em sua produção (Figura 2). Isso demonstra ao consumidor uma confiabilidade quanto às normas de produção e segurança no consumo dos produtos.

Entretanto, o índice de desconformidade manteve-se entre 4,2 e 9,8 % ao longo

dos anos (Figura 2), admitindo que uma pequena parcela dos agricultores e comerciantes não cumprem adequadamente as normas de produção orgânica no Brasil.

Figura 2 – Índice percentual de análises sem resíduos de agrotóxicos, com resíduos em conformidade e com resíduos em desconformidade legal para os anos de 2011 a 2016.



Fonte: Cidasc/DEDEV/DIFIA

O índice de desconformidade catarinense é menor que os 17% de inconformidades encontrada no Estado de Pernambuco entre os anos de 2009 e 2015. Fraudes podem ocorrer na comercialização, reforçando a importância da fiscalização para a proteção e avanço da agricultura orgânica no Brasil. São poucos os programas de monitoramento de resíduos de agrotóxicos em produtos orgânicos mantidos por órgãos oficiais no Brasil, estando estes, além do Estado de Santa Catarina, no Estado de Pernambuco e no Distrito Federal (MEURER et al., 2016).

Programa Alimento Sem Risco

Para combater o uso indevido de agrotóxicos, o Ministério Público do Estado de Santa Catarina – MPSC, por intermédio dos Centros de Apoio Operacional do Consumidor e do Meio Ambiente, concebeu o Programa Alimento Sem Risco - PASR. O PASR tem como objetivo a segurança dos alimentos vegetais cultivados e comercializados em Santa Catarina, protegendo a saúde dos consumidores contra resíduos fora da conformidade legal provenientes do uso indiscriminado de ingredientes tóxicos (MPSC, 2018).

O marco inicial do Programa foi a celebração do Termo de Cooperação Técnica

n. 19/2010, com o objetivo de proporcionar a articulação entre órgãos estaduais e federais responsáveis pela fiscalização agropecuária e sanitária. O termo teve como signatários o MPSC, Ministério Público do Trabalho; Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA; Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis; Secretaria de Estado da Agricultura e da Pesca, por meio da Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola - CIDASC e da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural - EPAGRI; Secretaria de Estado da Saúde, por meio da Vigilância Sanitária Estadual; Centro de Informações Toxicológicas; Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável, por meio da Fundação do Meio Ambiente; Secretaria de Estado da Segurança Pública, por meio da Polícia Militar Ambiental; Serviço Nacional de Aprendizagem Rural e Conselho Regional de Engenharia e Agronomia.

Também passaram a integrar a rede de cooperação, a partir de 2016, a Assembleia Legislativa do Estado de Santa Catarina, Associação Catarinense de Supermercados, Conselho Estadual de Combate à Pirataria, Instituto de Metrologia de Santa Catarina, Federação Catarinense de Municípios, Federação da Agricultura e Pecuária de Santa Catarina, Federação dos Trabalhadores na Agricultura, Conselho Regional de Nutricionistas, Conselho Regional de Química, Departamento de Defesa do Consumidor, Instituto de Pesquisa em Risco e Sustentabilidade e Associação dos Usuários Permanentes da CEASA/SC (MPSC, 2018).

O programa atua como uma rede colaborativa, da qual fazem parte organizações públicas e privadas, atualmente, atuando nas seguintes linhas de ação: Monitorar a presença de resíduos de agrotóxicos em vegetais; Combater o uso indiscriminado de agrotóxicos na produção agrícola; Estimular a identificação da origem do produto vegetal; Apoiar o desenvolvimento de laboratório público para análise de agrotóxicos; Fiscalizar o comércio de agrotóxicos e o receituário agronômico; Vedar o ingresso de agrotóxicos banidos no exterior; Incentivar o desenvolvimento de estudos técnicos e pesquisas; e Coibir irregularidades no mercado de produtos orgânicos (MPSC, 2018).

Anualmente são examinadas amostras de alface, abacaxi, arroz, banana, batata, berinjela, brócolis, cebola, cenoura, feijão, laranja, maçã, mamão, mandioca, manga, maracujá, morango, pepino, pêssego, pimentão, repolho, rúcula, tomate, trigo e uva, além de outros produtos eventualmente coletados.

As amostras de produtos vegetais são coletadas, por Engenheiros Agrônomos da CIDASC, sob orientação e coordenação da Divisão de Fiscalização de Insumos Agrícolas, em propriedades rurais, Centrais de Abastecimentos, fornecedores de merenda escolar, estabelecimentos comerciais e indústrias do Estado de Santa

Catarina. Devido ao custo elevado e/ou dificuldade para a obtenção das amostras, são evitadas, sempre que possível, as coletas de amostras em estabelecimentos de baixa representatividade comercial. As informações importantes sobre a amostra e os dados do fornecedor/produtor são registradas em Termo de Coleta de Amostras – TCA para permitir a rastreabilidade dos produtos coletados em qualquer tempo da execução do programa.

Para preservar a integridade das amostras, os produtos são coletados utilizando-se luvas descartáveis, acondicionados em sacos de polietileno de primeiro uso, lacradas, etiquetadas, e acondicionadas em caixas de isopor contendo gelo para envio ao laboratório credenciado para emissão dos laudos oficiais (FRAGA; LORENZ, 2013). Entre os anos de 2010 e 2017 foram analisados 247 princípios ativos de agrotóxicos. A partir de 2018 o mínimo de ingredientes pesquisados passou a ser 432, pelos métodos multirresíduos e específicos, possibilitando, assim, aprofundar o diagnóstico da qualidade e segurança dos alimentos vegetais (MPSC, 2018).

O custeio de 120 análises por ano é realizado através do termo de compromisso de ajustamento de conduta (TAC) firmado pela Central de Abastecimento de Santa Catarina (CEASA) com Promotorias de Justiça de São José e Florianópolis. Outras 550 análises por ano, são custeadas por intermédio de recursos do Fundo para Reconstituição de Bens Lesados (FRBL), instituído pela Lei Estadual n. 15.694, de 21 de dezembro de 2011, e previsto no art. 13 da Lei Federal n. 7.347, de 24 de julho de 1985 (SANTA CATARINA, 2011).

A receita do FRBL é proveniente de condenações, multas e acordos judiciais e extrajudiciais em face de danos causados à coletividade em áreas como meio ambiente, consumidor e patrimônio histórico (MPSC, 2018). Constitui objetivo do fundo financiar projetos que atendam interesses da sociedade, sendo que a sua administração é conduzida por conselho gestor composto por representantes de órgãos públicos estaduais e entidades civis.

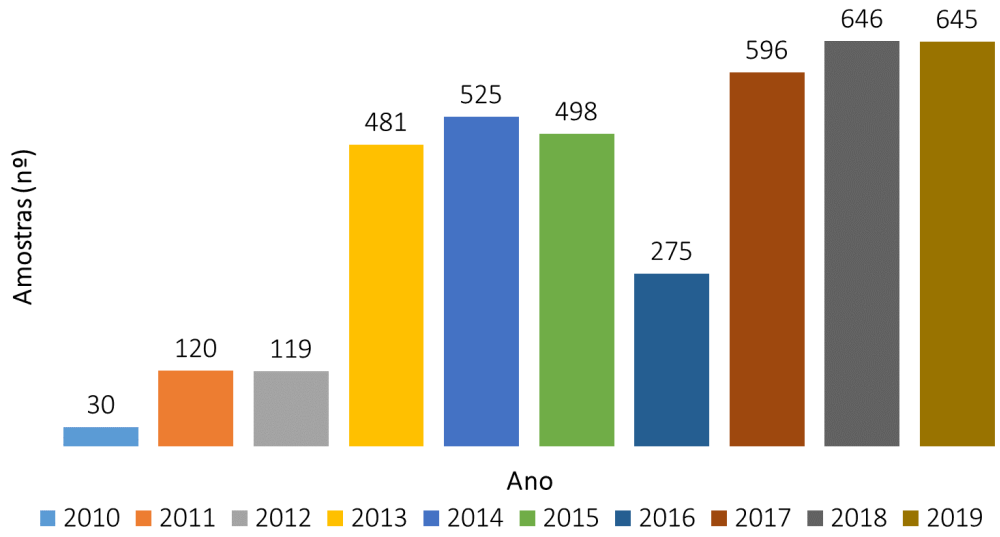
Os recursos necessários ao custeio de 550 análises por ano são obtidos do FRBL por intermédio de proposta apresentada pelo Centro de Apoio Operacional do Consumidor, que é órgão auxiliar do MPSC, com a finalidade de contratar, via licitação, laboratório acreditado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) na Norma de Gestão da Qualidade para Laboratórios Analíticos ABNT ISO IEC 17025:2005. Ressalta-se que Santa Catarina não dispõe de laboratório oficial estruturado para realizar a análise dessas amostras.

O PASR coletou e analisou os níveis de resíduos de agrotóxicos em 3.935 amostras entre os anos 2010 e 2019 (Figura 3). Em 2011, os resultados das análises apresentaram 34,45% das amostras com níveis de resíduos de agrotóxicos fora dos

padrões autorizados, já no ano de 2019, último ano apresentado, verificou-se que 16,9% das amostras estavam inconformes (Figura 4).

Os resultados mostram uma redução no índice de desconformidade de 34,45% observado no primeiro ano do programa (2011) para 16,9% em 2019, possivelmente sob a influência das ações coordenadas no âmbito do PASR, além do aumento da demanda dos consumidores por alimentos cultivados sob sistema de produção orgânica, que vem se ampliando no decorrer dos anos em Santa Catarina. Os tipos de desconformidades encontradas pelo programa em todos os anos foram o uso de agrotóxicos proibidos, não autorizados para a cultura e ou acima do limite máximo de resíduo autorizado.

Figura 3 – Amostras de alimentos vegetais coletadas e analisadas pelo PASR, para verificação dos resíduos de agrotóxicos, entre os anos de 2010 e 2019.



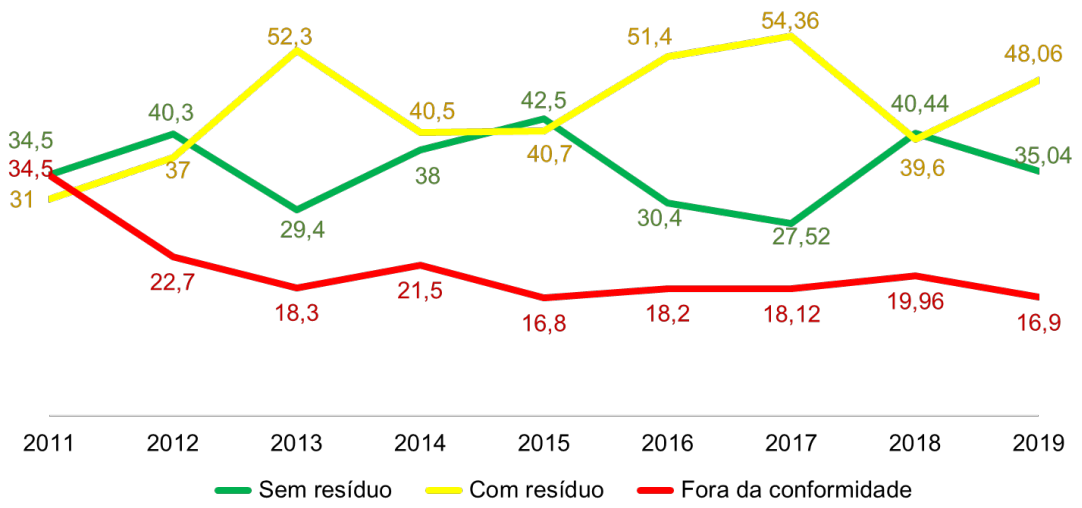
Mesmo com a redução de quase 16% das desconformidades em Santa Catarina, conforme mencionado anteriormente, os 16,9% de irregularidades encontradas em 2019 indicam que 109 amostras das 645 analisadas estavam impróprias ao consumo. Nos nove anos do programa, tem-se, um patamar médio de 20,8% de amostras fora da conformidade. Ou seja, 817 amostras de alimentos analisadas, do total de 3.935, estavam com resíduos de agrotóxicos não autorizados e/ou acima do limite máximo de resíduos permitidos nas normas sanitárias reguladoras.

Sempre que constatadas irregularidades nos resultados das análises, os fatos

são comunicados aos órgãos de fiscalização agropecuária (CIDASC) e extensão rural (EPAGRI) do estado, para medidas administrativas e de orientações.

Outra medida tomada são os acordos extrajudiciais. Entre os anos de 2010 e 2017, as Promotorias de Justiça do Consumidor em Santa Catarina, computaram 391 acordos extrajudiciais firmados na forma de termos de compromisso de ajustamento de conduta (TACs), os quais fixam medidas de adequação. Nos acordos extrajudiciais em casos de produtos fora da conformidade identificados na produção agrícola catarinense, o compromissário assume a obrigação de adotar boas práticas agrícolas, previstas na legislação. Sempre adotar ações de prevenção dos riscos à saúde dos consumidores, dos trabalhadores e ao meio ambiente. E, também, participar de curso ou seminário sobre o uso de agrotóxicos oferecido pela Empresa de Pesquisa Agrícola e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI) ou pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR), comprovando a frequência por meio do respectivo certificado de participação.

Figura 4 – Índice percentual de análises sem resíduos de agrotóxicos, com resíduos em conformidade e com resíduos em desconformidade legal para os anos de 2011 a 2019.



Fonte: MPSC, 2020.

O PASR tem permitido a redução da presença irregular de resíduos de agrotóxicos nos alimentos vegetais produzidos e comercializados no Estado de Santa Catarina. Entretanto para reduzir ainda mais este índice, ações educativas e fiscais devem ser intensificadas e formas eficazes de rastreabilidades implementadas.

Para contemplar essas medidas a CIDASC através da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Rural e da Pesca e com recursos provenientes do Conselho

Estadual de Desenvolvimento Rural - CEDERURAL, irá implantar nos anos de 2020 e 2021 o Programa Estadual de Análise de Resíduos de Agrotóxicos. Esse programa, que se soma a ao PASR e a outros programas, tem por objetivo verificar a qualidade dos alimentos produzidos e comercializados em nosso estado, estimulando o uso correto de agrotóxicos em nossas propriedades e fiscalizando as eventuais irregularidades.

Nesse programa serão realizadas 850 amostras de produtos de origem vegetal sendo que existem três subprogramas:

- Subprograma 1 - 660 amostras de monitoramento da qualidade de produtos de origem vegetal oriundos da produção convencional, visando monitorar, através de amostras fiscais, a qualidade dos produtos convencionais ofertados e produzidos em nosso estado.

- Subprograma 2 - 100 amostras de monitoramento da qualidade de produtos de origem vegetal oriundos da produção orgânica, visando monitorar, através de amostras fiscais, a qualidade dos produtos orgânicos ofertados em nosso estado.

- Subprograma 3 - 90 amostras de controle e investigação fiscal, visando executar, através de coletas fiscais de produtos de origem vegetal, investigações e fiscalizações nas ocorrências que envolvam o possível mau uso de produtos agrotóxicos.

Além dessas amostras, o programa prevê a análise de 50 amostras de abelhas, visando a investigação de ocorrências de mortandades de abelhas ocasionadas pelos agrotóxicos e a análise de 50 amostras de produtos agrotóxicos formulados visando a verificação da qualidade dos insumos ofertados em nosso estado.

Com o tempo, espera-se uma redução ainda maior nas desconformidades encontradas nos alimentos produzidos e comercializados em Santa Catarina. Criando assim, em conjunto com as ações educativas, um senso coletivo em nossa sociedade, sobre a importância da qualidade dos alimentos consumidos e consequentemente sobre o bom uso dos produtos agrotóxicos. Beneficiando não só o consumidor final, mas também o meio ambiente e principalmente o trabalhador rural.

Programa e-Origem

O Governo do Estado de Santa Catarina publicou no ano de 2016 a Portaria Conjunta SES/SAR nº 459, com a finalidade de promover a identificação de origem e a rastreabilidade dos vegetais *"In Natura"* e minimamente processados no Estado e com isso identificar a origem da produção agrícola com resíduo de agrotóxico fora da conformidade legal para que ações educativas e fiscais sejam tomadas (SANTA CATARINA, 2016).

Esta legislação exige que o produto vegetal destinado ao consumo seja identificado a partir da sua origem mantendo-a em todas as etapas da cadeia de comercialização até o consumo.

Para dar apoio aos agricultores no cumprimento das obrigações de rastreabilidade, a Secretaria da Agricultura e Pesca de Santa Catarina, através de uma de suas empresas vinculadas (CIDASC), disponibilizou gratuitamente um sistema informatizado, o e-Origem (Figura 3) que possibilita a rastreabilidade de forma prática e simples.

No sistema e-Origem o agricultor realiza o cadastro de produtor primário e da sua produção, para qual gera um código específico para a rastreabilidade desses produtos. O próprio agricultor pode realizar o processo no sistema e é o responsável pela veracidade das informações e por mantê-las atualizadas anualmente (CIDASC, 2018).

Cada produto que o agricultor cadastrar receberá um código para a rastreabilidade. Este código deverá acompanhar o produto pela cadeia produtiva até chegar ao ponto de venda e ao consumidor final. As informações fornecidas pelo produtor em seu cadastro serão organizadas para permitir ao mesmo gerar os rótulos de seus produtos a partir do sistema. Da mesma forma que o rótulo, o sistema permitirá que o produtor imprima os modelos de cartazes ou etiquetas (Figura 5) que devem ser expostas sempre que seus produtos estiverem a venda diretamente ao consumidor (CIDASC, 2018).

O sistema também gera uma proposta de caderno de campo básico, de fácil compreensão e que será o passo inicial para o registro das práticas agrícolas realizadas para cada produção, principalmente em relação ao uso de agrotóxicos. A legislação exige que o produtor faça os registros do manejo adotado em cada cultura. Entretanto, o produtor pode adotar o modelo de caderno de campo que preferir. Poderá ser o modelo utilizado no sistema de produção integrada, certificação fitossanitária, produção orgânica, entre outros. Da mesma forma, a

Portaria indica o conteúdo obrigatório mínimo para identificação dos produtos, permitindo que outros modelos de rótulos e cartazes possam ser utilizados (SANTA CATARINA, 2016).

Figura 5 - Programa e-Origem.



Fonte: Cidasc/DEDEV, 2020.

Os dados da produção são disponibilizados para consulta pelo consumidor. Com a adoção da rastreabilidade espera-se que o consumidor tenha condições de consultar através de seu smartphone ou computador, quem produziu o alimento e onde foi produzido. Isso criará um ambiente confortável e seguro ao consumidor, que poderá inclusive, por exemplo, buscar por um lote de produto de um produtor específico (CIDASC, 2018).

A rastreabilidade é fundamental para identificar a origem dos alimentos, a sua identificação para o consumidor e também para resguardar o agricultor quanto a processos que utiliza na sua produção. A identificação de origem dos alimentos vegetais *"in natura"* proporcionada pela Portaria 459, é uma demanda social, que poderá permitir a valorização da adoção de boas práticas agrícolas, e ainda corrigir inconformidades.

Segundo dados do próprio sistema em outubro de 2020 apontam para a existência de 4.351 produtores registrados em 271 municípios catarinenses. Esses produtores cadastraram 236 produtos comerciais gerando 19.123 códigos de identificação.

Considerações

A produção de alimentos seguros à população não é tarefa simples. O sucesso das ações que garantam uma oferta de alimentos vegetais com resíduos de agrotóxicos seguros, envolve diversas organizações, públicas ou privadas, e ainda diversas formas de atuação.

Monitorar os níveis de resíduos é apenas uma etapa de todo o processo para a produção de alimentos seguros. Outras etapas como a promoção de ações educativas, com vistas a permitir que os agricultores detenham conhecimento suficiente sobre as boas práticas para a utilização de agrotóxicos; a formação e qualificação de profissionais habilitados para a prescrição de agrotóxicos com o devido conhecimento das externalidades advindas de sua recomendação; a promoção da rastreabilidade dos produtos com vistas a valorização das boas condutas, bem como da fiscalização e penalização das inconformidades; o desenvolvimento de técnicas de cultivo menos dependentes da utilização de agrotóxicos; a valorização do consumidor aos agricultores que disponibilizam alimentos seguros, são fundamentais para o alcance da segurança alimentar, com vistas aos resíduos de agrotóxicos nos alimentos.

Referências

ANVISA. **Programa de análise de resíduo de agrotóxicos em alimentos - PARA: Relatório das análises de amostras monitoradas no período de 2013 a 2015.** Brasília, 2016. Disponível em < http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/0/Relat%C3%B3rio+PARA+2013-2015_VERS%C3%83O-FINAL.pdf/494cd7c5-5408-4e6a-b0e5-5098cbf759f8>. Acesso em: 17 de mar. de 2017.

BRASIL. Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003. **Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências**. Diário Oficial da União de 24 de dez. de 2003. Seção 1, Página 8.

BRASIL. Instrução Normativa Nº 19, de 28 de maio de 2009. **Aprovar os mecanismos de controle e informação da qualidade orgânica**. Diário Oficial da União de 25 de mai. de 2009, Seção I.

CARNEIRO, F. F. *et al*. **Dossiê ABRASCO – Um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos**

na saúde. ABRASCO, Rio de Janeiro, 1ª Parte. 98p. abril de 2012. Disponível em <http://www.abrasco.org.br/dossieagrotoxicos/wp-content/uploads/2013/10/DossieAbrasco_2015_web.pdf>. Acesso em: 19 de abr. de 2017.

CIDASC – Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina. **Programa e-Origem**. Disponível em <http://www.cidasc.sc.gov.br/e-origem>. Acesso em: 15 de out. de 2018.

FRAGA, M.; LORENZ, A. N. **Manual de Procedimentos Operacionais Padronizados do Projeto Perícia de Resíduos Agrotóxicos em Alimentos POPPRA-IN**. Programa Alimento Sem Risco, Florianópolis, 19 p., Versão: 1.0, 17 abr. 2013.

MAPA. **Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos, 2017**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília, 2017. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/organicos/cadastro-nacional-produtores-organicos>. Acesso em: 04 abr. de 2017.

MEURER, K. *et al*. Feirantes vendem produtos com agrotóxico como orgânicos. **G1/ Fantástico**, Rio de Janeiro, 31 jan. 2016. Disponível em: <http://glo.bo/1nGP5M3>. Acesso em: 12 de mai. de 2017.

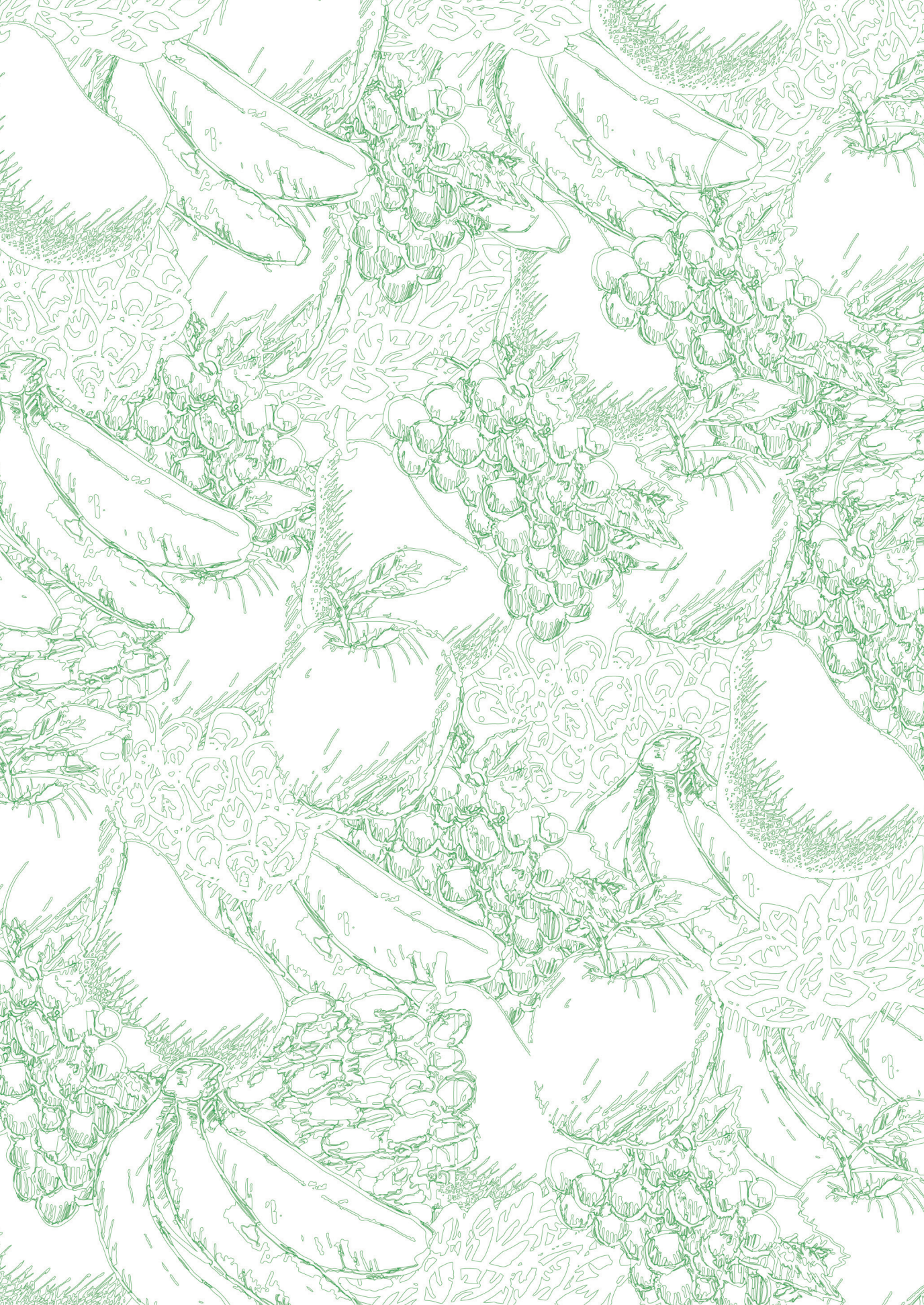
MPSC - Ministério Público de Santa Catarina. Programa Alimento Sem Risco: **Prática e resultados de 2010 a 2017**. Florianópolis, 1º ed., 8 p, 2018. Disponível em <https://www.mpsc.mp.br/programas/programa-alimento-sem-risco>. Acesso em: 15 de out. de 2018.

SANTA CATARINA. **Manual Operativo do Programa de Competitividade da Agricultura Familiar de Santa Catarina**. Programa Santa Catarina Rural. Florianópolis: Volume I, Versão 4. Edição revisada – agosto de 2014.

SANTA CATARINA. Portaria Conjunta SES/SAR n° 459, de 07 de junho de 2016. **Aprova**

a Portaria Conjunta que define as competências, os princípios e os procedimentos para assegurar o cadastro de produtor, o caderno de campo e a rastreabilidade de produtos vegetais, in natura e minimamente processados, destinados ao consumo humano no Estado de Santa Catarina. Publicado no Diário Oficial de Santa Catarina de 10/08/2016, n. 20358, Pg. 5-6.

SANTA CATARINA. Lei nº 15.694, de 21 de dezembro de 2011. **Dispõe sobre o Fundo para Reconstituição de Bens Lesados - FRBL e estabelece outras providências**. Disponível em: <http://www.leisestaduais.com.br/sc/lei-ordinaria-n-15694-2011-santa-catarina-dispoe-sobre-o-fundo-para-reconstituicao-de-bens-lesados-frbl-e-estabelece-outras-providencias>. Acesso em: 16 out. 2018.



PANC, soberania e segurança alimentar e nutricional

Autores

Cristina Ramos Callegari

Altamiro Morais Matos Filho

Resumo: As Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) são espécies que apresentam grande potencial para o fornecimento de alimentação diversificada, saudável e acessível, mas não constam da dieta regular das populações. Rústicas, adaptáveis e resilientes, são de fácil obtenção ou cultivo. Na última década o Brasil tem experimentado algumas iniciativas de estudos e divulgação destas plantas. Com o propósito de ampliar alternativas de acesso à alimentação saudável e oportunidades de produção limpa de alimentos, a Epagri se incorporou a este movimento iniciando em 2016 o "Projeto de Identificação, Cultivo e Uso de PANC" que utiliza as metodologias de extensão rural tais como unidades de referência, palestras, oficinas, encontros, e dias de campo para adquirir e disseminar conhecimentos sobre o tema. O projeto tem como referência uma coleção de espécies e a experimentação de receitas no Centro de Treinamento de Florianópolis (Cetre) mas inclui iniciativas dispersas em outras unidades. Com estas ações notou-se o crescente interesse nos eventos realizados o que justifica a manutenção do projeto e ampliação do leque de atividades. O público alcançado é bastante diversificado e a participação nos eventos realizados promoveu uma rede com capacidade de absorver e multiplicar práticas de produção e consumo saudável de alimentos vegetais.

O que são PANC?

> "Todas as pessoas devem ter acesso regular a alimentos nutritivos, de alta qualidade, suficientes para levar uma vida ativa e saudável (AISV 2020)."

De acordo com Kinupp e Lorenzi (2014), as Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) são espécies alimentícias que não são corriqueiras, que não fazem parte do dia a dia, incluindo ainda partes alimentícias de espécies convencionais como o "umbigo" da bananeira, as folhas de batata-doce, ou as folhas, flores, brotos e sementes de abóboras. Madeira e Kinupp (2016) acrescentam que são espécies regionais, não globalizadas, sem cadeia produtiva estruturada, notavelmente rústicas e resilientes, muitas vezes de ocorrência espontânea, além de apresentarem destacado potencial nutricional.

PANC são plantas que atualmente não fazem parte do cotidiano alimentar, mas com uso tradicional em determinadas regiões ou culturas. O termo "não convencionais" significa que não são produzidas e comercializadas em grande escala, fazendo com que seu cultivo e uso possam cair no esquecimento (CALLEGARI e MATOS FILHO, 2017). O uso destas plantas tem sido reduzido em áreas rurais e urbanas e entre todas as classes sociais, resultando em perdas de características culturais da alimentação.

A rusticidade e resiliência das PANC favorecem a adaptabilidade climática e a qualidade nutricional. São plantas muito tolerantes à mudança climática que ameaça reduzir tanto a qualidade como a quantidade de culturas convencionais. Muitas são espontâneas e consideradas mato como o caruru (*Amaranthus deflexus*), a beldroega (*Portulaca oleracea*), o picão preto (*Bidens pilosa L.*) e a serralha (*Sonchus oleraceus*).

As PANC também apresentam potencial enquanto plantas ornamentais, trazendo a proposta de jardins comestíveis. Algumas flores como a do ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata e Pereskia grandifolia*), Malvavisco (*Malvaviscus arboreus*) e capuchinha (*Tropaeolum majus L.*), além de comestíveis são melíferas, contribuindo com a vida das abelhas e o equilíbrio dos ecossistemas.

Projeto de Identificação, Cultivo e Uso de PANC

Reconhecer as plantas e partes de plantas não convencionais na alimentação, através da interação com o que o ambiente local pode proporcionar ao longo do

ano, cultivando essas plantas tradicionais e resgatando as características culturais da alimentação promovem autonomia dos povos e Soberania Alimentar.

Entretanto, mesmo que o uso dessas plantas na alimentação seja amparado pelo saber popular e também por pesquisas científicas, é necessário saber identificar corretamente a planta, qual ou quais são suas partes comestíveis e a(s) forma(s) de preparo indicadas.

A fim de estudar e demonstrar os benefícios das PANC para agricultores e consumidores, a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - EPAGRI desenvolve em Florianópolis/SC o "Projeto de Identificação, Cultivo e Uso de PANC". Iniciado em 2016 com a implantação de uma coleção de PANC no Centro de Treinamento de Florianópolis (CETRE), o projeto tem como objetivos:

a. resgatar o uso de plantas tradicionais;
b. difundir o cultivo e manutenção da vegetação espontânea das PANC;
c. identificar as que melhor se adaptam ao clima local, desenvolvendo-se satisfatoriamente no ambiente natural, sejam elas nativas ou originárias de outros lugares;
d. incentivar a diversificação da alimentação e promoção da saúde com o uso dessas plantas;
e. criar e/ou divulgar receitas com PANC;
f. oportunizar uma nova fonte de renda para agricultores familiares.

Para o desenvolvimento do projeto são realizadas ações educativas através de métodos de extensão rural tais como:

- Implantação e manutenção de uma Unidade Didática com diversas espécies de PANC;
- Realização de dias de campo;
- Realização de oficinas na Unidade Didática e nas hortas comunitárias e institucionais;
- Visitas à agricultores que utilizam PANC;

- Articulações para comercialização de PANC principalmente em feiras, cestas agroecológicas e no Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE);
- Participação em campanhas de educação alimentar e nutricional (EAN);
- Capacitação de extensionistas da EPAGRI de diversos municípios de SC;
- Palestras em encontro de mulheres agricultoras;
- Encontros de trocas de sementes, mudas e receitas;
- Publicação de boletim didático e, mais recentemente;
- Capacitações online sobre o tema.

Público

O público que participa destas ações de extensão é bem diverso incluindo agricultores familiares, maricultores, pescadores, líderes comunitários, professores (desde escolas básicas até universidades), profissionais das áreas da gastronomia, nutrição, turismo, agronomia, química, tecnologia de alimentos, farmácia, equipes de atenção básica à saúde, equipes que trabalham com alimentação escolar, agricultores urbanos e periurbanos, e outras pessoas que buscam a troca de experiências e a agregação de conhecimentos para aplicar ao seu cotidiano e melhoria de sua alimentação.

Oficinas

As oficinas sobre Horta e PANC iniciaram em 2017 nas hortas urbanas de Florianópolis e em 2019 na Unidade Didática do CETRE. Estas oficinas são compostas por rodas de conversa, atividades práticas na horta e na cozinha, degustação de PANC e momentos para trocas de sementes, mudas e receitas.

Visando aprofundar o conhecimento acerca da identificação, cultivo e uso das PANC, são eleitas duas plantas por encontro ou um grupo de plantas como temperos PANC ou hibiscos comestíveis. A escolha das plantas está relacionada ao que estamos observando como espontâneas, plantando ou colhendo em cada época do ano. As rodas de conversa são os momentos de troca e construção de conhecimentos acerca das plantas eleitas para o encontro e um resgate das plantas estudadas até o momento, a fim de socializar o conhecimento com todos os presentes.

Além disso, são realizadas atividades práticas sobre a morfologia das plantas, solos, semeadura, plantio e colheita. Na cozinha é estimulada a culinária criativa com as plantas que estamos estudando, sendo apresentadas receitas com PANC e criadas novas receitas.

Os momentos de degustação e trocas de sementes, mudas e receitas consolidam a metodologia utilizada.

Para 2020 foi planejado a continuidade do projeto com oficinas, cursos de culinária criativa, dias de campo e encontros de trocas de sementes, mudas e receitas. Devido a necessidade de distanciamento social relacionado a pandemia causada pelo Covid19, estas atividades foram suspensas e as ações de EAN realizadas através de capacitações online até que os eventos presenciais possam ser realizados. Até o momento participaram das atividades presenciais do projeto cerca de 500 pessoas. Apesar de este número ter sido superado em apenas uma das capacitações online realizadas, a avaliação é que os eventos presenciais qualificam a interação, as trocas, o vínculo e o processo de aprendizagem.

Espécies

Algumas PANC que foram trabalhadas no projeto até o momento são: Ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata e Pereskia grandifolia*), Hibiscos (*Hibiscus sabdariffa, Hibiscus acetosella e Hibiscus cannabinus*), Malvavisco (*Malvaviscus arboreus*), Aroeira (*Schinus terebinthifolius*), Nirá (*Allium tuberosum*), Erva-baleeira (*Varronia curassavica Jack.*), Açafrão-da-terra (*Curcuma longa*), Picão-branco (*Galinsoga quadriradiata e Galinsoga parviflora*), Picão-preto (*Bidens pilosa L.*), Almeirão-roxo (*Lactuca canadensis L.*), Tanchagem (*Plantago major L.*), Língua-de-vaca (*Rumex obtusifolius L.*), Azedinha (*Rumex acetosa L.*), Moringa (*Moringa ovalifolia*), Beldroega (*Portulaca oleracea L.*), Caruru (*Amaranthus deflexus*), Peixinho (*Stachys byzantina K. Koch*), Bertalha (*Basella Alba L. e Basella rubra L.*), Capuchinha (*Tropaeolum majus L.*) e Taioba (*Xanthosoma taioba*).

Considerações

Saber identificar, cultivar e usar as PANC contribui com a valorização das

culturas alimentares nas quais essas plantas estão presentes e evita que elas desapareçam do nosso cotidiano. Contribui também com a conservação e uso da biodiversidade, a promoção da segurança alimentar e nutricional, a soberania alimentar e a garantia do direito humano à alimentação adequada e saudável (CALLEGARI e MATOS FILHO, 2017).

Como argumentação em favor do desenvolvimento do projeto com PANC e a sua contribuição para a segurança alimentar e nutricional, colocam-se algumas questões referendadas por situações de fato e recomendações de estudos globais. Se a grande maioria da pesquisa para a produção vegetal é dirigida para o aumento de produtividade, cerca de 30% dos alimentos produzidos no mundo é perdido ou desperdiçado (FAO, 2011). Em se tratando de frutas, legumes e verduras (FLV) estudos indicam que no Brasil as perdas e desperdícios chegam a alcançar até 50% da produção. Em outro ângulo, a perda da diversidade de alimentos ao longo da modernização dos sistemas alimentares trouxe consigo outras consequências no acesso aos alimentos como carências de vitaminas e minerais, obesidade, dissipação da economia local, contaminação química e degradação ambiental.

Considerando mais abrangentes e atuais, os estudos da Comissão de Recursos Genéticos para Avaliação dos Alimentos e da Agricultura da FAO aponta que das cerca de 6 mil espécies de plantas cultivadas para alimentação, menos de 200 contribuem substancialmente para a produção global de alimentos, e apenas nove respondem por 66% da produção agrícola total (FAO, 2019).

Para os agricultores, o cultivo e o aproveitamento da vegetação espontânea de PANC significa diversificação da fonte de renda para a família, inclusive usando áreas antes consideradas improdutivas.

Para os consumidores, permite vislumbrar uma alimentação acessível, promotora de saúde e com sabores diversos.

Para a extensão rural pública, ajuda a consolidar a visão de que é necessário expandir as ações para a diversificação dos alimentos produzidos.

Finalmente, para sociedade, qualifica um público multiplicador do conhecimento que estamos construindo ou resgatando.

Até o presente momento as experiências ocorridas com o projeto permitem concluir que existe um espaço importante para a expansão do cultivo e consumo de PANC e que a sociedade, seja rural, urbana ou periurbana está ávida e é participante da construção de alternativas para a promoção da saúde, da alimentação saudável, valorização da cultura alimentar, preservação do meio ambiente, diversificação da produção e da oferta de alimentos seja na agricultura para autoconsumo ou nos

circuitos comerciais.

Referências

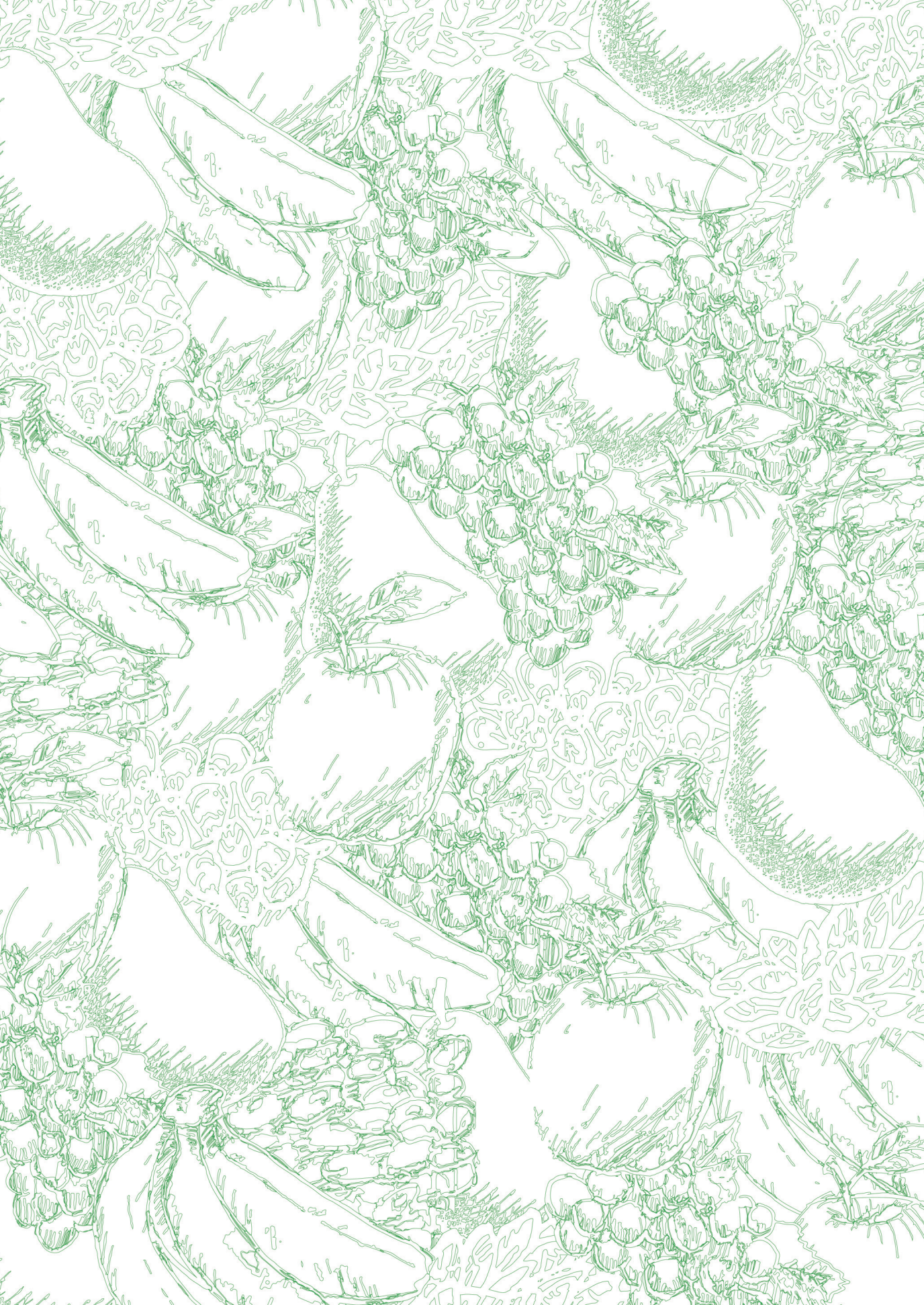
CALLEGARI, C.R.; MATTOS FILHO, A.M. **Plantas Alimentícias Não Convencionais - PANCs**. Florianópolis: Epagri, 2017. 52p. (Epagri, Boletim Didático, 142)

FAO. 2011 **Global food losses and food waste – extent, causes and prevention**, by J. Gustavsson, C. Cederberg, U. Sonesson, R. van Otterdijk & A. Meybeck.Rome. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/014/mb060e/mb060e00.pdf> Acesso em: 20/11/2019

FAO. 2019. **The State of the World's Biodiversity for Food and Agriculture**, J. Bélanger & D. Pilling (eds.). FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessments. Rome. 572 pp. Disponível em: <http://www.fao.org/3/CA3129EN/CA3129EN.pdf> Acesso em: 18/09/2020

KINUPP, V. F.; LORENZI, H. **Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) no Brasil**: Guia de Identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas. Nova Odessa, S P: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2014. 768p

MADEIRA, N. R.; KINUPP, V. F. **Experiências com as plantas alimentícias não convencionais no Brasil**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 37, n. 295, p. 7-11, 2016.



SEÇÃO 3 – Educação para sanidade vegetal

Está seção tem por objetivo chamar a atenção do público à reflexão sobre a importância do trabalho educativo e de comunicação para a preservação da sanidade vegetal e também para a promoção da saúde, dentro do que se convencionou chamar de “saúde única”.

A educação tem papel fundamental para que todos reconheçam como de seu interesse a preservação da sanidade vegetal e sua relação com o bem-estar global, e assim, conscientemente, se disponham a conhecer, aceitar e praticar as ações de defesa vegetal. A educação sanitária é um importante e estratégico instrumento para a preservação da sanidade vegetal e para a promoção da saúde.

Apresentamos nesta seção reflexões sobre como a imagem percebida pelo público, interfere no alcance dos objetivos das organizações de defesa vegetal. Apresentamos também hábitos eficazes para o sucesso da proteção fitossanitária. E apresentamos iniciativas de educação visando a proteção da sanidade vegetal e a promoção da saúde, com a produção de alimentos em modelos agrícolas sustentáveis e seguros à população.

A educação sanitária e a comunicação em saúde como instrumentos transformadores da defesa sanitária agropecuária

Autor

Clovis Thadeu Rabello Improta

Resumo: O presente trabalho tem por objetivo chamar a atenção do público à reflexão sobre a importância do trabalho educativo e de comunicação em saúde, mais especificamente, a questão da imagem que o público tem dos serviços de Defesa Sanitária Agropecuária, fruto da priorização da prática coercitiva da fiscalização, pura e simples, por parte de algumas agências, serviços e seus profissionais também é um dos pontos de reflexão. Essa postura leva o público à percepção de uma imagem negativa que conduz àquilo que pode ser chamado de "antipatia social", traduzindo-se em baixa procura pelos serviços, pela subnotificação ou mesmo pela ausência de notificação de doenças e de pragas. As reflexões conduzem o leitor a problematizar sobre como trabalhar a questão da imagem, a trabalhar de forma participativa e integrada com a comunidade por meio da construção de projetos educativos com base em diagnósticos de situação educativo sanitária, possibilitando conhecer a realidade local, os seus públicos do ponto de vista sócio, econômico e cultural. Assim como estabelecer as suas estratégias de abordagem, metodologia educativa e conteúdos compatíveis com a realidade encontrada e com o público trabalhado. Abordam-se, também, as possibilidades de construção de instrumentos de participação da comunidade nos trabalhos de Defesa Sanitária Agropecuária.

Impactos iniciais que produzimos e a construção da nossa imagem.

O que é imagem?

Pode-se dizer que a imagem é a representação visual de uma pessoa ou de um objeto. Segundo Platão, é a ideia da coisa. Para ele, a imagem é uma projeção da mente. Aristóteles, por sua vez, dizia que a imagem é algo que se adquire pelos sentidos. Ou seja, a representação mental de um objeto real. Portanto, segundo os filósofos gregos, ela tem a haver com aquilo que construímos, em nossas mentes, a partir de nossas vivências, conhecimentos, impressões ambientais e interpessoais a que somos submetidos. Os nossos sentidos são os construtores daquilo que se percebe como imagem. Pode-se dizer que a imagem é fruto de três percepções: Como eu me vejo; como os outros me veem e como gostaria de ser visto. A imagem é, portanto, aquilo que as pessoas percebem em você. O importante é que a sua imagem seja o reflexo daquilo que você é. As imagens se formam a partir desse contato inicial, desencadeando a primeira impressão que passamos para as pessoas, pois elas geram um primeiro impacto. Este impacto inicial, que um causa ao outro, se deve a: fatores psicológicos, experiências anteriores, expectativas e motivação. Podendo ser positivo ou negativo. Se positivo, o impacto inicial vai produzir uma imagem que facilitará as relações com as demais pessoas. Caso seja negativo, o impacto inicial vai dificultar a comunicação e facilitar o distanciamento com o público.

Diante disso, cabem, neste momento, algumas perguntas:

Quais são os impactos iniciais que estamos produzindo, para que o nosso público construa a imagem que tem de nós? Como nos apresentamos? Quais são as referências que transmitimos ao nos relacionarmos com o nosso público? E como são as nossas atitudes e comportamentos? Estas e muitas outras são questões que devemos responder ante o questionamento da imagem que estamos construindo de nós.

Um dos grandes gargalos que estamos percebendo, no relacionamento entre o profissional de Defesa Sanitária e o seu público, tem muito a haver com a sua postura perante o público. Posturas autoritárias têm gerado aquilo que denominamos de

antipatia social e o distanciamento do público em relação ao serviço. Estas posturas se refletem na forma como o público é tratado em nossos postos de atendimento; nas próprias propriedades durante a abordagem que fazemos; reflete, também, no vestuário que usamos para abordar ou para visitar uma propriedade; na maneira autoritária da fala ou do diálogo (ou seria um monólogo?); na forma como não permitimos contra-argumentações, questionamentos, sugestões, críticas dentre outras posturas. Todas essas condições levam o público a formar a imagem que produzimos de nós mesmos. O pior de tudo isso é que ela, ao produzir essa antipatia social, afasta a possibilidade de colocar o público como copartícipe do trabalho de Defesa Sanitária Agropecuária. O serviço passa a ser visto como algo temido e nunca respeitado. Posto que respeito é um pressuposto do reconhecimento da competência, da seriedade e da interlocução entre o órgão e seus públicos.

E essa situação vai além da percepção do nosso principal interlocutor e chega até as crianças, como aconteceu em uma escola do município de Rancho Queimado, quando uma professora que trabalha com o projeto de Sanitarista Junior pediu que as crianças elaborassem uma história em quadrinhos sobre os trabalhos da CIDASC. Um aluno elaborou um quadrinho sobre a colocação dos brincos de identificação de bovinos e bubalinos. Na história ele narra, o diálogo entre dois produtores, onde um deles pergunta se o outro já havia “pegado” os brincos da CIDASC, e a resposta é: “Claro, se eu não pegar os brincos, a CIDASC me pega!!!”. Afinal, o que ficou no inconsciente da criança? Que imagem foi construída? Quem é que pega as crianças nas histórias infantis? É isso que queremos? A cultura do fazer pelo medo da punição?

O grande sanitarista uruguaio Camilo Pasturino, coordenador da Campanha Uruguaia de Erradicação da Febre Aftosa, em 1975, escreveu um artigo sobre o sucesso da mesma, publicado no Boletim do Centro Pan-americano de Febre Aftosa, nº 17/18, de Janeiro a Junho de 1975, onde, analisando a forma de atuação do serviço de sanidade uruguaio e seus resultados altamente positivos, declarou que a participação da comunidade nos trabalhos é fundamental, que a palavra do profissional precisa se impor pelos seus conhecimentos profissionais, pela sua integração no meio social e pelas suas atitudes e comportamentos. Segundo ele, é fator negativo quando o profissional procura se impor como autoridade, cercada de formalismo. O profissional precisa se apresentar, para o seu público, como um colaborador, como alguém que vai ajudar a resolver seus problemas. Suas indicações devem estar apoiadas em fundamentos técnico-científicos e não apenas em disposições legais ou regulamentares, pois estas têm caráter punitivo e, até mesmo, transitório. Ele deve se comportar como um educador e nunca como o fiscal repressor e, quando nos momentos de fiscalização, esses devem ter caráter educativo, no sentido de corrigir o infrator e não apenas puni-lo.

A receita de Pasturino deixa de forma clara o sentido do caminho para o sucesso do trabalho de Defesa Sanitária. Ainda em seu texto, ele afirma importância da participação da comunidade no planejamento das ações, na divisão das responsabilidades e que a conscientização do interesse mútuo sobre o tema é fundamental para que a execução das ações transcorra de forma efetiva, eficiente e eficaz.

Cabe aqui o questionamento: Quanto, em nossas práticas sanitaristas diárias, temos observado esses preceitos do mestre Camilo Pasturino?

Geralmente, o que se vê, em muitos casos, é uma postura onde o profissional de Defesa Sanitária se coloca mais no papel de policial do que naquilo que deve ser seu papel primordial, no caso, o de sanitarista. Até o vestuário adotado, por certos órgãos de Defesa Sanitária, pode confundir o público, posto que, o uso de roupa de camuflagem e coletes de abordagem, possuem as mesmas cores e modelos das forças policiais, tanto civis, como militares e ambientais. Tal condição tem gerado apreensão e temor por parte de quem é abordado e, por outro lado, tem provocado até morte de colegas por bandidos em fuga, que os confundem com policiais, em abordagens nas estradas, como já aconteceu, por exemplo, na Bahia.

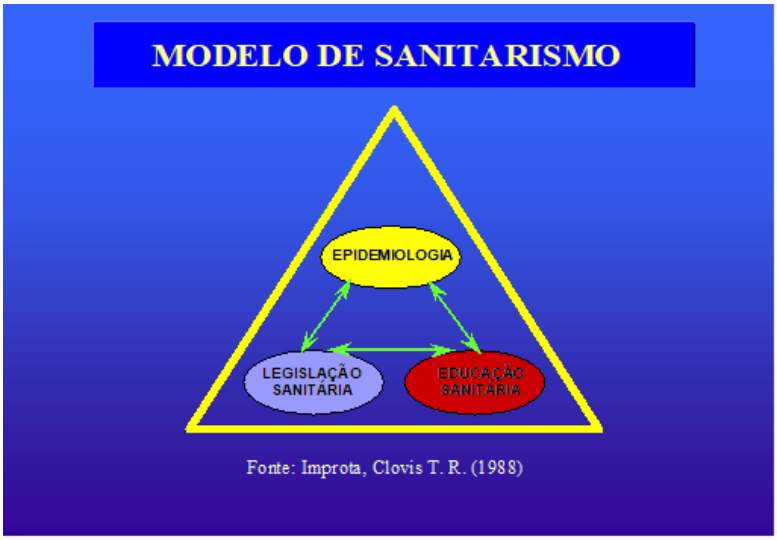
Enquanto isso, nosso papel de agente sanitarista agropecuário se perde em sua essência. O profissional de Defesa Sanitária deve transcender da função de simples fiscal, que confere se o que está sendo feito está correto ou incorreto, e deve se tornar um agente de mudança, um colaborador, um motivador do trabalho de prevenção e de combate às doenças e pragas. Para que isso aconteça é preciso que ele esteja desperto para, acima de tudo, basear seu trabalho nas ações educativas e de comunicação em saúde tão necessárias para a compreensão do processo de sanitarismo e, principalmente, dos porquês da lei. Este ponto é fundamental, pois, os típicos fiscais se atêm à cobrança do que foi ou não foi feito em cumprimento do que está prescrito, sem a preocupação de saber se o seu público está, devidamente, esclarecido, educado e consciente da importância das medidas preconizadas. Ou seja, sendo sabedores dos porquês da lei. Somente educando o público, o profissional de Defesa Agropecuária pode exercer condignamente suas funções, pois, ao educar o seu povo, ele passa ter direito de cobrar e moral para punir, caso isso se torne necessário. Até porque, a própria comunidade, devidamente educada e consciente da importância das medidas sanitárias, será a primeira a cobrar e denunciar os faltosos. Somente assim, será possível desconstruir a imagem negativa, de órgão punidor, autoritário, inacessível ao diálogo, que gera o processo de antipatia social, para a reconstrução de uma nova imagem positiva do real papel da Defesa Sanitária Agropecuária.

Para isto, o profissional sanitarista agropecuário deverá conhecer o modelo de sanitarismo que orienta o seu trabalho.

Modelo de sanitarismo

Este modelo foi concebido, primeiramente, por Improta (1988), onde se considerou como bases de sustentação, três grandes pilares: A Epidemiologia, a Legislação Sanitária e a Educação Sanitária. Cada um deles tem um papel único e fundamental e devem estar funcionando na sustentação do sistema de Defesa Sanitária de forma igualitária, harmônica e integrada. Neste caso, não existe um mais importante que o outro, pois, no papel que desempenham, todos têm uma função específica e complementar. Para ilustrar essa ideia, tomou-se a figura de um triângulo equilátero, para demonstrar o equilíbrio do sistema; e em cada vértice se estabeleceu cada um dos pilares. Tendo no vértice superior a Epidemiologia, no vértice à esquerda a Legislação Sanitária e no vértice à direita a Educação Sanitária. Dentro do triângulo estão setas multidirecionais, indicando que há uma interlocução entre os três pilares e que o bom sanitarista, deve ser aquele que sabe permear nesses três campos do conhecimento (Figura 1).

Figura 1 - Modelo de Sanitarismo (Improta 1988).



Fonte: Improta, clovis T. R. (1988)

A Epidemiologia tem a função de levantar dados sobre a ocorrência de doenças e pragas que já ocorreram, que ocorrem e que têm potencial para que venham acontecer. A Epidemiologia estuda o problema sanitário e suas interações com a realidade do espaço geográfico e antropológico, desde o ponto de vista biológico, ambiental até aqueles de cunho cultural, social e econômico. A partir desse estudo, a Epidemiologia estabelece as formas de abordagem, as estratégias de combate, as formas de tratamento e de

prevenção. Ela funciona como um farol que conduz o navegador na escuridão do oceano.

Ela contribui para que o componente da Legislação Sanitária, a partir dos seus estudos e análises, estabeleça quais medidas legais deverão ser tomadas para normatizar os procedimentos de prevenção, combate e erradicação de um problema sanitário. Desta forma, a legislação adquire uma fundamentação indiscutível que qualifica a sua formulação, facilitando a aceitação de seu conteúdo por parte do público interessado.

Por outro lado, cabe, também à Epidemiologia, subsidiar o componente da Educação Sanitária com conteúdo para fundamentar o material educativo e de divulgação que ela produz e destina tanto ao público em geral, como aos destinatários específicos: autoridades, produtores, consumidores, comerciantes, donas de casa, professores e estudantes, demais profissionais de saúde, dentre outros. Seguindo as indicações da Epidemiologia, o material produzido e as estratégias educativas adotadas pela Educação Sanitária serão coerentes com a Legislação Sanitária e harmonizadas com os preceitos epidemiológicos.

Sendo assim, a Educação Sanitária prima pela construção de saberes, em um momento de diálogo de esses saberes, entre o profissional e o seu povo. Esse diálogo deve acontecer junto com a comunidade, reconhecendo, como princípio, que a ignorância não é um oco a ser preenchido, mas um conteúdo a ser transformado, por ser saberes distintos, como preconiza Briceño-León (1996).

Essa relação somente acontece quando o sanitarista se coloca de forma empática em relação ao seu público e entende que esse público tem saberes que ele desconhece e que seu saber é desconhecido por eles. Nesta condição então se estabelece o diálogo para a construção de um saber maior, participativo e respeitando, cada um, os seus limites de conhecimento. Somente assim, reconhecendo no outro um ser pensante e dono de todo um cabedal de conhecimentos diferentes do seu, e que esse diálogo de saberes poderá enriquecer o saber de ambos, juntos caminharão para a obtenção de um saber maior, como prega Paulo Freire (1983), em sua obra Extensão ou Comunicação?

Portanto, a Educação Sanitária, além de ser uma das colunas de sustentação do trabalho de Defesa Agropecuária (que é, antes de tudo, um trabalho de Saúde Pública), funciona como a argamassa entre dois componentes “duros”: a Epidemiologia e a Legislação Sanitária, que, intermediando entre eles solidifica, o edifício da Saúde Agropecuária, integrando produtores rurais, consumidores, industriais agropecuários, comerciantes e demais públicos de interesse, com o serviço de Defesa Sanitária.

A partir do Triângulo do Sanitarismo, em 2012, concebemos uma evolução deste modelo, estabelecendo os componentes das Colunas Mestras da Defesa

Agropecuária (IMPROTA, 2012, 2017). Nessa evolução, ficaram definidos os campos de domínio de cada uma dessas colunas. Desta forma, torna-se mais fácil para o leitor apreciar os conteúdos que compõem as colunas e aprofundar os seus conhecimentos nesses campos, como se pode apreciar na Figura 2.

Desta forma, ao analisar a coluna da Epidemiologia, observamos que ela se compõe de conteúdos altamente estratégicos e que devem ser alimentados sistemática e permanentemente. Tudo isso para que possam assegurar a fidedignidade das informações geradas por ela e, assim, permitir que as estratégias epidemiológicas e os planos de ação para o controle e prevenção de eventos sejam eficientes, eficazes e efetivos.

Como parte integrante dessa coluna, o campo do Sistema de Informação é fundamental para o desencadeamento de ações preventivas e, também, de controle sanitário de um foco ou um surto. Esse campo necessita de uma rede de informantes que alimente o sistema para manter-se atualizado e pronto para determinar as ações mais próprias para cada situação crítica ou estratégica, do ponto de vista epidemiológico. Para isso, torna-se necessária a existência de um serviço de Vigilância Epidemiológica eficiente, atuante e participativo que alimente esse sistema. Isso implica dizer que os informantes primários, nele, são os membros da própria comunidade. Neste caso, a comunidade tem que ser entendida, pelo serviço e se sentir, como parte integrante desse processo, senão todo o sistema de informação ficará comprometido e se tornará ineficiente, prejudicando a eficácia das ações preconizadas para o controle do problema sanitário.

Figura 2 – Colunas Mestras do Sanitaríssimo.



Fonte: IMPROTA, C.T.R. 2012

Ainda fazem parte dessa coluna mestra os estudos retrospectivos, que têm a capacidade de historiar a evolução de um problema sanitário ou ambiental em uma determinada área, no decorrer dos anos, e o comportamento do público em relação a ele. Este conhecimento é fundamental para o estabelecimento das estratégias de combate, de controle e de erradicação de doenças. É esse estudo histórico epidemiológico que vai fornecer os dados importantes de eventos nosológicos anteriores, o comportamento do agente etiológico em cada um dos eventos e as atitudes e os comportamentos da população em relação ao problema sanitário. Finalizando, todos estes dados devem estar fundamentados em bases estatísticas, para que se possa dar solidez às argumentações, avaliar os dados obtidos e os resultados alcançados.

A coluna da Legislação Sanitária está composta de conteúdos que legitimam e fortalecem os trabalhos de Defesa Agropecuária. Para que surtam os efeitos necessários, cabe ao profissional de Defesa dominá-los e saber divulgá-los, argumentá-los, discuti-los e construí-los junto com o seu público, levando-o a entender os "porquês" da legislação, das normas e de outros instrumentos legais que normatizam o serviço de Defesa Agropecuária.

Fazem parte dessa coluna, as leis e normas complementares que tratam das ações de Defesa Agropecuária, de Saúde Pública e Ambiental, da Inspeção de Produtos Agropecuários e demais atividades da instituição. Seu domínio, por parte do profissional, é imprescindível para a boa execução dos trabalhos e para que possa dialogar com o público nos momentos necessários para essa interlocução, diminuindo os conflitos entre o serviço e o seu público. Frutos dessa legislação, estão os trabalhos de Fiscalização, de Inspeção e de Vigilância Sanitária, bem como as Auditorias. Todos eles são dependentes de normas e leis que viabilizem a sua execução. Porém, é dever do profissional de Defesa e Saúde Pública, antes de aplicá-los, saber como aplicá-los, de forma que a sociedade esteja ciente e confiante na sua aplicação. Para isso, a sociedade tem que ser educada sobre os porquês da sua existência e sua necessidade epidemiológica, social, econômica e estrutural, para que haja o cumprimento dessa legislação como algo consensual e aceito por ela, a partir dessa identificação de interesses comuns.

A coluna da Educação Sanitária está composta por campos ligados às Ciências Humanas, como a Educação, a Comunicação, a Sociologia, a Antropologia, o estudo das Organizações Sociais e os processos de construção de saberes, a partir dessa visão holística. No campo da Educação, cabe ao profissional de Defesa Agropecuária conhecer os métodos educativos mais próprios para cada tipo de público a ser trabalhado. A escolha do método é um momento crucial para a perfeita compreensão

e participação dos atores sociais integrados no trabalho de Defesa e Promoção da Saúde.

Outro campo importante, nesse sentido, é o campo da Comunicação, sendo esse, fundamental para que as mensagens possam repercutir de forma clara, objetiva e compreensiva. O sanitarista deve estar atento nesse momento de escolha do meio de comunicação para a divulgação de suas mensagens.

Existe uma série de condições e de fatores culturais, sociais e técnicos a serem considerados para que haja uma efetiva comunicação entre o serviço e o público e vice-versa. Isso, por sua vez, implica em conhecer aspectos ligados aos campos da Sociologia e da Antropologia. Ou seja, dentro dessa premissa, cabe ao sanitarista fazer questionamentos como:

- Quem é esse público?
- Qual é a sua história?
- Qual a sua cultura e que influência ela exerce em seu comportamento?
- Como ele está organizado socialmente?
- Que tipo de organizações sociais existem nessas comunidades e quais os seus papéis em relação ao trabalho de Defesa Agropecuária?

Por isso, o profissional sanitarista deve estar sempre atento a esses campos que compõem a coluna da Educação Sanitária. Somente conhecendo as pessoas e suas circunstâncias torna-se possível um trabalho de saúde que busque a participação do povo no processo, como prega Briceño-León (1996), em uma de suas premissas.

Em suma, esse profissional deve ser um indivíduo integrado em seu meio social, partícipe das ações sociais, educativas e culturais de sua gente. É preciso que as pessoas vejam nele um parceiro e colaborador em seu crescimento e em sua valorização como pessoa, como produtor, como profissional, como cidadão.

Em uma situação reversa, o alheamento social do profissional sanitarista leva o público a vê-lo como o intruso, o algoz, o cumpridor cego da lei, o sujeito autoritário, nunca disposto ao diálogo e descomprometido com o crescimento e a integração da sua gente nos processos de promoção da saúde e prevenção de doenças. Esse comportamento autoritário contribuirá para que a população passe a rejeitar o serviço, as práticas e, inconscientemente, fruto do processo de rejeição social, comprometer todo o trabalho do serviço de saúde, estabelecendo-se desta

forma um processo de “antipatia social” em relação ao profissional, ao órgão e aos programas sanitários. Um dos primeiros sintomas dessa “antipatia social” é a baixa notificação de casos de doenças e pragas ao serviço. Por temer (e não respeitar) o profissional o público não alimenta o sistema de informação epidemiológica e em caso do surgimento de uma doença ou praga essa suspeita não será notificada. Isso compromete definitivamente a efetividade e a eficiência do serviço, pois o fato nosológico não ocorrerá no interior do escritório, mas nas propriedades, nos rebanhos e nas plantações. Se o seu público não notifica, o serviço passa a fazer o papel do marido traído: Torna-se o último a saber.

Para que essa coluna se solidifique, é necessário que o profissional se dedique a conhecer o seu público, a interagir com ele e a manter um diálogo constante entre o serviço e a comunidade. Para isso, é preciso o domínio desses campos de conhecimento que compõem a coluna da Educação Sanitária.

Mas uma pergunta fica no ar. O que vem ser essa tal Educação Sanitária?

A Educação Sanitária

Para muitos Educação Sanitária é a transmissão, transferência de conhecimento, numa visão onde o público é colocado como desprovido de saber e o profissional, como dono de um cabedal de conhecimentos que deve ser passado, *ipis literis*, para o seu público, que passivamente, deve receber e, sem questionar, absorver esse saber incontestável.

A isso Paulo Freire, em sua obra Pedagogia do Oprimido (FREIRE, 1987), em várias citações, denominou de Pedagogia Bancária, posto que figura como uma ação de depósito de conhecimento, de forma passiva por parte de quem é depositário, que recebe o depósito sem direito a questionar, apenas recebe como verdade absoluta e inquestionável. O depositante, simplesmente, coloca seus saberes sem considerar o universo do depositário, seus conhecimentos prévios, sua cultura, sua organização social e outros atributos importantes no complexo ensino/aprendizagem.

Em contraponto a isso, podemos dizer que a Educação Sanitária ou Educação em Saúde é um processo educativo que leva um determinado público, conhecido em seus aspectos psicossociais, a praticar mudanças cognitivas, afetivas e psicomotoras frente aos problemas de ordem sanitária, num processo de construção, desconstrução e reconstrução de saberes, visando a resolução desses problemas, a partir de soluções indicadas e executadas junto com a própria comunidade, ou,

voluntariamente, por ela mesma (IMPROTA, 2017).

Conhecendo o seu público

Analisando o conceito de educação sanitária, podemos dizer que a primeira tarefa do sanitarista que pretende trabalhar com a Educação Sanitária é conhecer o seu público e o seu ambiente. Esse conhecimento é que vai definir a sua estratégia de atuação e a metodologia educativa e de comunicação que o profissional sanitarista vai utilizar em sua abordagem e na execução de suas atividades.

Cabe aqui, neste momento de conhecimento, levantar dados relativos à forma de organização social da comunidade:

- Seu histórico; suas experiências anteriores, tanto positivas quanto negativas;
- Sua cultura e crenças; suas lideranças e o papel que elas exercem em relação à sua gente;
- O grau de alfabetismo predominante na comunidade;
- A distribuição dessa população por faixa etária, pois sabe-se que populações com faixas etárias elevadas são mais difíceis de aceitar inovações;
- As formas de organização da produção na comunidade, o que ela produz e as relações comerciais existentes;
- Os meios de comunicação disponíveis que possam ser utilizados para transmitir mensagens;
- As vias de comunicação, sua malha rodoviária, hidrográfica e ferroviária.

Enfim, todos os aspectos que possam servir de informações sobre sua gente e seu território.

As estratégias e metodologias educativas

O segundo passo na educação sanitária é estabelecer como objetivo as mudanças de caráter cognitivo, afetivo e psicomotor, portanto, mudanças de

conhecimentos, de atitudes e de comportamentos. Ou seja, elaborar estratégias e metodologias educativas que leve esse público a conhecer algo, a aceitar algo e fazer algo. Para isso, é necessário que haja um processo de reflexão que conduza a uma adoção consciente e fundamentada. Neste caso, não basta apenas informar, tem que levar o público a refletir sobre o que é aquilo que você está trazendo para a discussão, confrontando o seu estado aparente (aquilo que ele é) com o seu estado pretendido (aquilo que ele, devidamente estimulado, pretende ser), como prega Thayer (1973) em seu diagrama.

Paulo Freire (1987), em sua obra Pedagogia do Oprimido, diz que o homem antes do seu processo de libertação encontra-se naquilo que ele denomina como "situação-limite". Ele enxerga o mundo como ele foi doutrinado a reconhecer. A partir da leitura crítica da sua realidade, aprende e começa a problematizar, refletindo sobre os por quês de suas limitações. Com isso, o indivíduo é estimulado a se libertar da sua "situação-limite", num processo que Freire denomina como "percebido destacado". Estando consciente de suas limitações e das causas que o mantém nessa situação, ele começa a projetar um novo estágio que ele chamou de Inédito Viável. Para chegar nesse patamar, ele tem que praticar atos limites, que rompam com aquela situação que limita seu saber e sua prática. Ao conseguir atingir o seu inédito viável, o indivíduo chega num outro patamar, que é a "Ação Editanda", ou seja, a prática consciente, livre e voluntária.

Como fazer para aceitar a inovação e adotar como prática cotidiana? A partir do momento em que a reflexão mostre o caminho a ser seguido, a adoção da prática preconizada se torna algo rotineiro e necessário, pois foi fruto de uma conscientização, ou seja, uma ação tomada de forma consciente e não por uma imposição ou um processo de temor de alguma sanção. Então, as mudanças de caráter cognitivo, afetivo e psicomotor têm que passar por um processo conhecido como práxis, a prática, fruto de um processo de reflexão e ação, como propõe Paulo Freire, em vários momentos de sua obra.

Sujeitos no processo de construção dos saberes

A terceira tarefa do educador sanitarista, estabelecida no conceito, é se colocar no papel de "Educador – Educando" e levar o educando a se conscientizar de seu papel de "Educando – Educador", ou seja, que o educador tenha em mente que o educando tem muito a lhe ensinar sobre seu cotidiano, como o educando esteja ciente que tanto ele pode aprender como também pode ensinar. Somente

assim, se pode construir o saber, desconstruir os saberes arcaicos e, a partir deles, reconstruir novos saberes. Isso implica em um processo de reconhecimento de que tanto o educador como o educando têm saberes que podem se complementar para construir um saber melhor, como Paulo Freire (1983) prega em sua obra "Extensão ou Comunicação?". Isso envolve diálogo, troca de saberes, reconhecimento histórico do outro, para que o trabalho seja construtivo e, assim, educador e educando, se sentindo sujeitos no processo de construção dos saberes, apropriam-se desses conhecimentos como algo construído por eles.

Diagnóstico educativo

Para conhecer o público que se pretende trabalhar é necessário que o sanitarista realize um diagnóstico de situação, que consiste em elaborar um diagnóstico geral e um diagnóstico educativo ou específico da comunidade.

Por meio do diagnóstico geral se levanta os dados físicos da área onde se vai trabalhar, suas estruturas institucionais, comunitárias, sociais e educativas, bem como um estudo retrospectivo do panorama epidemiológico da área estudada.

O diagnóstico educativo ou específico vai tratar do indivíduo dentro do contexto epidemiológico em que se está trabalhando. Desta forma, os dados referentes ao público são levantados por meio de entrevistas estruturadas, semiestruturadas e não estruturadas, bem como, por observações diretas e até mesmo por observação participante, quando o profissional passa a viver o dia a dia do universo pesquisado. Dados como faixa etária predominante, escolaridade, associativismo, religião professada, disponibilidade para participar de atividades educativas são essenciais para estabelecer as estratégias educativas e a metodologia a ser utilizada.

Outros pontos que o profissional levanta pelo diagnóstico educativo são os dados sobre o problema sanitário estudado e como o público se encontra em relação ele, como o considera, como o valoriza e qual a sua prática em relação a ele. Ou seja, qual o grau de conhecimento que ele tem sobre o tema. Qual a sua opinião em relação ao tema e às medidas propostas. Como ele tem se comportado em relação ao tema e as práticas recomendadas para o seu controle e erradicação.

Estes dados se constituirão nas bases para a construção de um projeto educativo bem fundamentado e realista, além de poder ser visto pelo público como algo construído com sua participação, onde sua vivência, sua palavra, sua cultura e suas informações foram parte imprescindível desse trabalho. Geralmente, acostumado em receber "pratos feitos" por quem desconhece a sua realidade e elabora material

didático totalmente dissonante com seu cotidiano, o material produzido, a partir do diagnóstico educativo e tendo como suporte os dados levantados pelo diagnóstico geral, proporciona ao público um momento de identificação entre o seu conteúdo e sua realidade.

Lembro de um material produzido por Maurício de Souza para Ministério da Agricultura, por volta de 2007, abordando várias temáticas de saúde animal, em formato de cartilhas. A maioria dos personagens do famoso autor, espelham a sua cultura mineira e falam o "minerês". Para os estados de Minas, de Goiás e S. Paulo, até pode ser entendido. Mas para o público de outros estados das demais regiões, a terminologia utilizada foi difícil de ser entendida.

Quando dos seminários regionais para a discussão do PROESA – Programa Nacional de Educação Sanitária e de Comunicação em Saúde, do Ministério da Agricultura, nós da equipe de elaboração, no seminário da Região Norte, realizado em Manaus, ouvimos queixas sobre a interpretação do conteúdo das cartilhas, por parte de professores da região amazônica, convidados para o seminário, sobre a dificuldade de compreensão das crianças com os termos usados, pois eles não entendiam o que era o tal "uai" que eles tanto falavam no livro e o que era "trem", posto que, na região, a única ferrovia, a epopeica Estrada de Ferro Madeira Mamoré, que ligava Porto Velho a Guajará Mirim, ficava em Rondônia e havia sido desativada há mais de 30 anos.

O diagnóstico educativo proporciona ao profissional de Defesa Sanitária a possibilidade de elaboração de um material educativo adequado para o público. Os dados apurados possibilitam atender a falta de conhecimento, de opinião e de comportamentos sobre o tema. Isto se dá porque o diagnóstico educativo, ao estabelecer o perfil do público, mostrando as suas características, suas carências de conhecimento sobre o tema, suas visões do problema sanitário, seus comportamentos de risco, facilita a definição do projeto educativo e seus conteúdos compatíveis com a cultura, a linguagem e as características sociais das pessoas.

Outro aspecto importante do diagnóstico educativo é o de servir de parâmetro, como veremos em seguida.

O projeto educativo

O que o diagnóstico educativo apurou como pontos a serem corrigidos, passam a ser, no projeto educativo, objetivos a serem alcançados e metas a serem traçadas. Dados como escolaridade, associativismo, religião, idade dos

entrevistados, área da propriedade, atividades principais e secundárias dentre outras de caráter sócio, culturais e econômicos, vão contribuir para a definição da metodologia a ser utilizada, das estratégias educativas a serem seguidas e fornecer suportes para as ações educativas a serem conseguidas. Os dados do diagnóstico educativo, também, servirão de parâmetro para as futuras avaliações do projeto, posto que, ao transcorrer do mesmo, outros diagnósticos poderão ser realizados para acompanhamento do projeto e para possíveis correções de rota.

Um projeto educativo assim elaborado dá a segurança para o profissional que o elaborou e obtém a aceitação por parte do público, já que ele é fruto de uma construção coletiva, onde os destinatários tiveram a oportunidade de participar de sua elaboração, desde as primeiras abordagens, o planejamento do projeto, a execução e, também, da sua avaliação, até da sua retroalimentação. Com projetos educativos, assim construídos, os serviços de Defesa Sanitária têm uma ferramenta de suma importância para atrair o seu público a desempenhar o papel de colaborador ativo e mesmo proativo dos trabalhos de sanitarismo.

O projeto educativo também será importante para construir outras formas de inserção do público nos trabalhos de Defesa Sanitária, como os projetos com escolares, do tipo Sanitarista Junior; formação de agentes comunitários de Saúde Agropecuária (ASAS) e a formação de estruturas comunitárias de apoio às ações de Defesa Agropecuária. Essas estruturas e esses atores sociais (professores, escolares, líderes do setor agropecuário, líderes das comunidades rurais) integrados no sistema de vigilância epidemiológica são fundamentais para a o sucesso das ações de defesa agropecuária.

Estruturas comunitárias de apoio às ações de Defesa Agropecuária

O projeto de criação de estruturas comunitárias de apoio às ações de Defesa Agropecuária surgiu em 1988, com a função de possibilitar a participação das comunidades, das autoridades e lideranças locais, regionais e estaduais como parte do trabalho de Defesa Sanitária Agropecuária.

Essas estruturas devem ter uma capilaridade que começam nas comunidades rurais e destas alcançam o município, a região e o estado. Então, criaram-se os COSA – Comitês Comunitários de Saúde Agropecuária; as COMUSAS – Comissões Municipais de Saúde Agropecuária; os COMISAS – Conselhos Microrregionais de Saúde Agropecuária e o CESA – Conselho Estadual de Saúde Agropecuária.

Os Comitês Comunitários têm a função de congregar a comunidade em torno das ações de Defesa Sanitária Agropecuária, posto que, todos são, a princípio, membros natos do COSA. O profissional deve atrair os membros da comunidade para que vejam o Comitê como algo de seu interesse pessoal e da comunidade de forma coletiva. O Comitê deve ter um coordenador e um secretário, eleitos, democraticamente, pelos seus participantes e o Comitê deve ser acionado sempre que um fato relativo à saúde animal ou vegetal seja relevante.

Por meio do Comitê, o profissional sanitarista encontra um acesso mais fácil para dialogar com a comunidade e, assim, estabelecer essa parceria. Cabe a ele manter as pessoas que compõem os seus comitês, atualizadas e conscientes da importância das medidas sanitárias e de prevenção e combate às doenças e pragas, bem como sobre as vantagens da rapidez da notificação delas ao serviço.

Outro aspecto fundamental é que cada comitê construa, junto com o profissional de Defesa Sanitária, a microcaracterização epidemiológica da comunidade e o seu plano de contingência para os casos de emergência sanitária. Isto faz com que a comunidade se sinta parte do programa de Defesa Sanitária Agropecuária, entenda o porquê da necessidade de determinadas medidas de prevenção, combate e contenção de focos de doenças e pragas; de controlar o trânsito de animais, vegetais, seus produtos e subprodutos como forma de evitar a entradas de problemas sanitários na comunidade; de forma proativa, notificar de imediato a existência de doenças e pragas nas propriedades, bem como de praticar as recomendações técnicas de prevenção e contenção de focos na comunidade.

As Comissões Municipais de Saúde Agropecuária - COMUSAS têm a função de congregar as autoridades, as lideranças comunitárias e os dirigentes dos órgãos representativos dos vários segmentos de interesse da Defesa Sanitária Agropecuária para definir estratégias de prevenção, combate e controle de doenças e pragas no município.

Cabe ao profissional sanitarista estabelecer um diálogo com esse grupo, pois ele é decisivo nos momentos de emergência sanitária e nas campanhas que se pretenda constituir, no município. Bem conduzidas as COMUSAS se constituem no principal apoio ao Serviço de Defesa Sanitária Agropecuária e, em caso de emergência o primeiro porto seguro para servir de base para as ações que deverão ser empreendidas para controlar os focos e o problema sanitário como um todo.

A COMUSA deve se reunir periodicamente ou de forma extraordinária quando houver agravo da situação sanitária, em função de surgimento ou ameaça de doença ou praga. Para facilitar a sua viabilização e aproveitamento de tempo, suas reuniões podem ser concomitantes com as reuniões dos Conselhos de Desenvolvimento Rural

- CDR, uma vez que uma grande parte de seus membros também é parte do CDR.

Para o seu perfeito funcionamento, a COMUSA deverá eleger um presidente e um secretário. Nos casos de uma emergência sanitária, uma COMUSA atuante tem um papel fundamental para controlar o problema, pois se o sistema estiver funcionando desde o agente, passando pelo COSA, a notificação seria quase que imediata e, numa reunião se distribuiriam as funções de cada entidade e as medidas de controle seriam prontamente estabelecidas. Exemplo disso, vimos acontecer em Videira no final da década de 90, quando uma suspeita de doença vesicular foi notificada pelo agente da comunidade, no dia seguinte, a COMUSA reuniu-se e todo um plano emergencial foi estabelecido e posto em prática, até o resultado do exame do material dar negativo para febre aftosa.

Os Conselhos Microrregionais de Saúde Agropecuária – COMISAS têm a função de congregar as autoridades regionais, os representantes de órgãos e entidades de ação regional e os presidentes das COMUSAS da microrregião, para juntos com o responsável pela Defesa Sanitária Agropecuária na região, definam estratégias, apoiem as iniciativas do serviço de Defesa Sanitária quando um problema sanitário se estenda por parte ou a totalidade da área da microrregião.

O Conselho Estadual de Saúde Agropecuária deverá ser conduzido pelo órgão executor da Defesa Sanitária e deve congregar os representantes de federações de interesse do órgão, que juntos deverão estabelecer as linhas gerais de atuação e as contribuições e apoio às iniciativas e campanhas que a Defesa Sanitária Agropecuária venha realizar.

Os agentes de saúde agropecuária

Em 1995, o projeto iniciou como Agentes de Saúde Animal, visando manter os agentes vacinadores comunitários capacitados e credenciados pela CIDASC vinculados aos trabalhos de Defesa Sanitária, agora em outra missão: a vigilância sanitária e epidemiológica. A declaração de zona livre de febre aftosa com vacinação determinou o fechamento das divisas do estado com o Paraná. Era preciso uma constante vigilância quanto à entrada de animais de áreas onde ainda havia surtos da doença e, nesse caso, os agentes poderiam contribuir nessa função.

Eles foram selecionados, na comunidade, entre os vacinadores mais dedicados e outras pessoas que se dispusessem ao trabalho voluntário. Eles foram treinados em um curso de formação com 20 horas/aula, com base em um manual com conteúdos referentes ao tema e com a participação direta dos profissionais de seus municípios,

para que o vínculo mestre/discípulo não fosse perdido, tornando o profissional sua referência. Posteriormente, em 2001, o manual de saúde animal foi reeditado (Figura 3 A), sendo também construído um manual específico com conteúdo de sanidade vegetal (Figura 3 B) e o projeto passou a denominar-se Agentes de Saúde Agropecuária - ASA.

Figura 3 - Manual do Agente de Saúde Animal 2ª Edição 2001 (A) e Manual do Agente de Saúde Vegetal 2001.

(A) (B)



Fonte: Cidasc

Eles contribuíram, e poderão contribuir ainda mais, para o estabelecimento e manutenção do status sanitário agropecuário catarinense, invejável no país, atuando na notificação de suspeitas de doenças e pragas, na denúncia de trânsito irregular, e conscientizando seus familiares, vizinhos e a comunidade sobre a importância das medidas sanitárias adotadas, para o estado e para eles próprios.

Os projetos de inclusão social nos programas de saúde agropecuária.

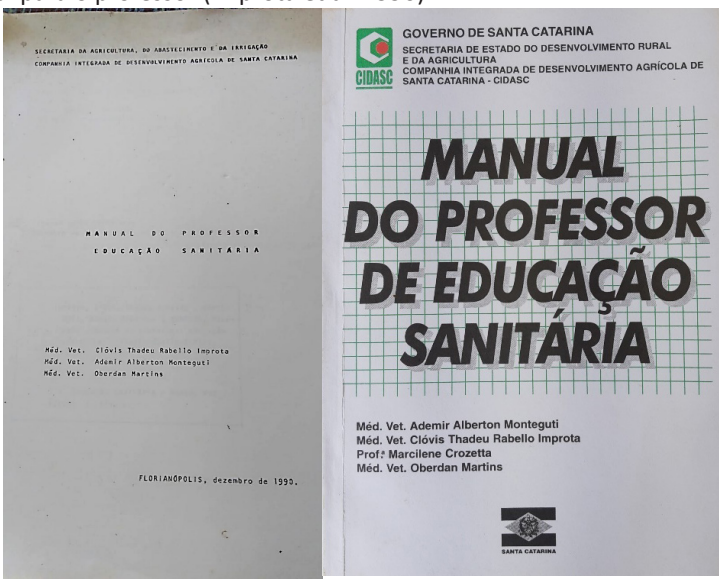
Projeto de Educação Sanitária nas escolas.

A capacidade de a criança observar, aprender e apreender conhecimentos sobre temas ligados à saúde e, no caso das crianças do meio rural, do seu cotidiano é a mola mestra para se pensar na inserção desse grupo nos trabalhos de Educação Sanitária e Comunicação em Saúde. Por outro lado, ela tem a capacidade de se apresentar como um agente de mudança em sua casa e, até mesmo, dentro da comunidade onde vive, levando conhecimentos para a família, problematizando situações de agravos sanitários com seus familiares e vizinhos, discutindo com colegas possíveis soluções e temas apresentados durante as aulas e palestras que assistem.

Todas essas características levam o profissional de Defesa Sanitária Agropecuária a identificar esse público como um possível auxiliar no trabalho de prevenção e controle de doenças e pragas.

O estado de Santa Catarina, por meio da Companhia Integrada de Desenvolvimento Rural de Santa Catarina – CIDASC, sempre desenvolveu algum trabalho com esse público, com palestras e atividades isoladas. De uma forma mais institucionalizada, a CIDASC iniciou no Município de Treze de Maio, um projeto contando com um manual para o professor com 12 páginas (Figura 4), elaborado por Improta, Monteguti, e Martins, publicado em 1990.

Figura 4 - Manual para o professor (Improta et al. 1990).



Fonte: Cidasc

A ideia é que os professores, devidamente capacitados para trabalhar esses conteúdos, façam de forma interdisciplinar, permeando os temas do manual nas várias disciplinas da grade curricular. Exemplo disso, aconteceu na região do Alto Vale do Itajaí, onde, em uma comunidade, havia a crença que o carrapato nascia de uma planta que eles denominavam “carrapateira”, pois as larvas, após a eclosão dos ovos no solo, subiam na planta e ficavam nas folhas para atacar os animais. Foi feito um trabalho de desconstrução de esse saber, fazendo cada criança coletar um carrapato em sua propriedade, colocar numa placa de Petri e observar diariamente o desenvolvimento do mesmo, anotando num diário. Assim, eles acompanharam todo o ciclo, desde a postura até o surgimento das larvas, desmitificando e construindo um saber correto. Esse tema foi trabalhado em Geografia, com base na distribuição da ocorrência do Boophilus no planeta; trabalhou-se matemática e sistema métrico decimal usando com dado a quantidade de sangue que um carrapato consome por dia, ao final foi feita uma redação sobre a história de cada carrapato. A melhor redação foi teatralizada em uma peça: Nonato, o Carrapato.

Inspirados nesse pioneirismo, vários outros projetos se constituíram pelo país a fora e muito se tem conseguido na formação de jovens estudantes: Em Minas, Sanitarista Mirim; na Bahia, ADAB na Escola; No Espírito Santo, Pequeno Sanitarista e assim por diante. Aqui em Santa Catarina, o projeto evoluiu e hoje se chama Sanitarista Junior, disponibilizando aos professores e alunos cartilhas e materiais complementares. São várias as contribuições que essas crianças têm dado ao serviço, como caso de professores e alunos de uma escola rural de Lages, numa comunidade da divisa com o Rio Grande do Sul, denunciando a entrada irregular de animais, num momento que o estado vizinho estava interditado, por focos de Febre Aftosa. Ou o caso do menino que ao saber que o pai havia escondido animais para não serem vacinados contra a Febre Aftosa, pediu que ele fizesse a conta de quantos reais ele e os vizinhos iriam perder no caso de doença nos animais. E ainda o caso das crianças de Camboriú que salvaram a vida de um agricultor intoxicado com agrotóxico numa arrozeira, pois tinha aprendido na escola sobre os sinais de intoxicação.

Esse projeto contribuiu para a melhoria da imagem do serviço e de seus profissionais, refletido em agradecimentos, por parte, dos professores e dos pais, aos colegas, pelo conhecimento construído com seus filhos e o quanto isso tem mudado a vida dessas famílias.

Considerações

O que se tem observado em todo o país, notadamente, nos estados onde os trabalhos de Defesa Sanitária Agropecuária priorizam o trabalho da fiscalização coercitiva e, portanto, carentes de um componente educativo e de comunicação com a comunidade, é uma falta de diálogo entre o serviço e o seu público. Isto está refletindo, mais claramente, na falta ou na baixa notificação de pragas agrícolas e doenças dos animais por parte do produtor. Considerando que este é o principal gargalo de um Serviço de Defesa Sanitária, pois a presteza entre o surgimento de uma suspeita, sua notificação imediata e a tomada de medidas de prevenção e controle têm que ser prioritárias para o sucesso no combate a um evento nosológico é algo imprescindível. Ao se considerar que em casos de combate a doenças de notificação obrigatória e de pragas quarentenárias, principalmente as exóticas, têm que ser combatidas o mais rápido possível, então isso se torna crucial. Ainda mais, em casos de estados declarados livres dessas doenças e pragas, onde os animais já não possuem mais anticorpos vacinais e as plantas não são resistentes ao agente.

Urge que os alunos dos cursos das Ciências Agrárias saiam das suas unidades de ensino para a vida profissional com o mínimo de conhecimento sobre como trabalhar com educação e comunicação com o público do ponto de vista sanitário e, acima de tudo, epidemiológico, algo muito além daquilo que a extensão rural se propõe a cumprir.

A proposta que se apresenta é que os projetos educativos, que sejam desenvolvidos junto aos públicos do Serviço de Defesa Sanitária Agropecuária, tenham uma identificação com os destinatários desse trabalho e que eles, também, se identifiquem com o mesmo. Somente desta forma, a partir de projetos educativos construídos com base em diagnósticos de situação educativo sanitária, será possível, da parte do público, uma mudança de imagem e uma identificação do profissional e do Serviço de Defesa Sanitária como algo positivo e construtivo para o interesse da comunidade trabalhada. Desta forma, desconstruiremos a imagem de um órgão meramente punitivo e autocrático e, em contrapartida, reconstruindo a imagem de um órgão parceiro e vigilante dos interesses do produtor, do consumidor e do público em geral.

Referências

BRICEÑO-LEÓN, R. Siete tesis sobre la educación sanitária para la participación comunitária. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.12, n.1, p. 7-30, 1996.

FREIRE, P. **Extensão ou Comunicação**. Rio de Janeiro: Terra e Paz, 1ª Edição, 1983. 93p.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Terra e Paz. 1ª Edição. 1987. 218p.

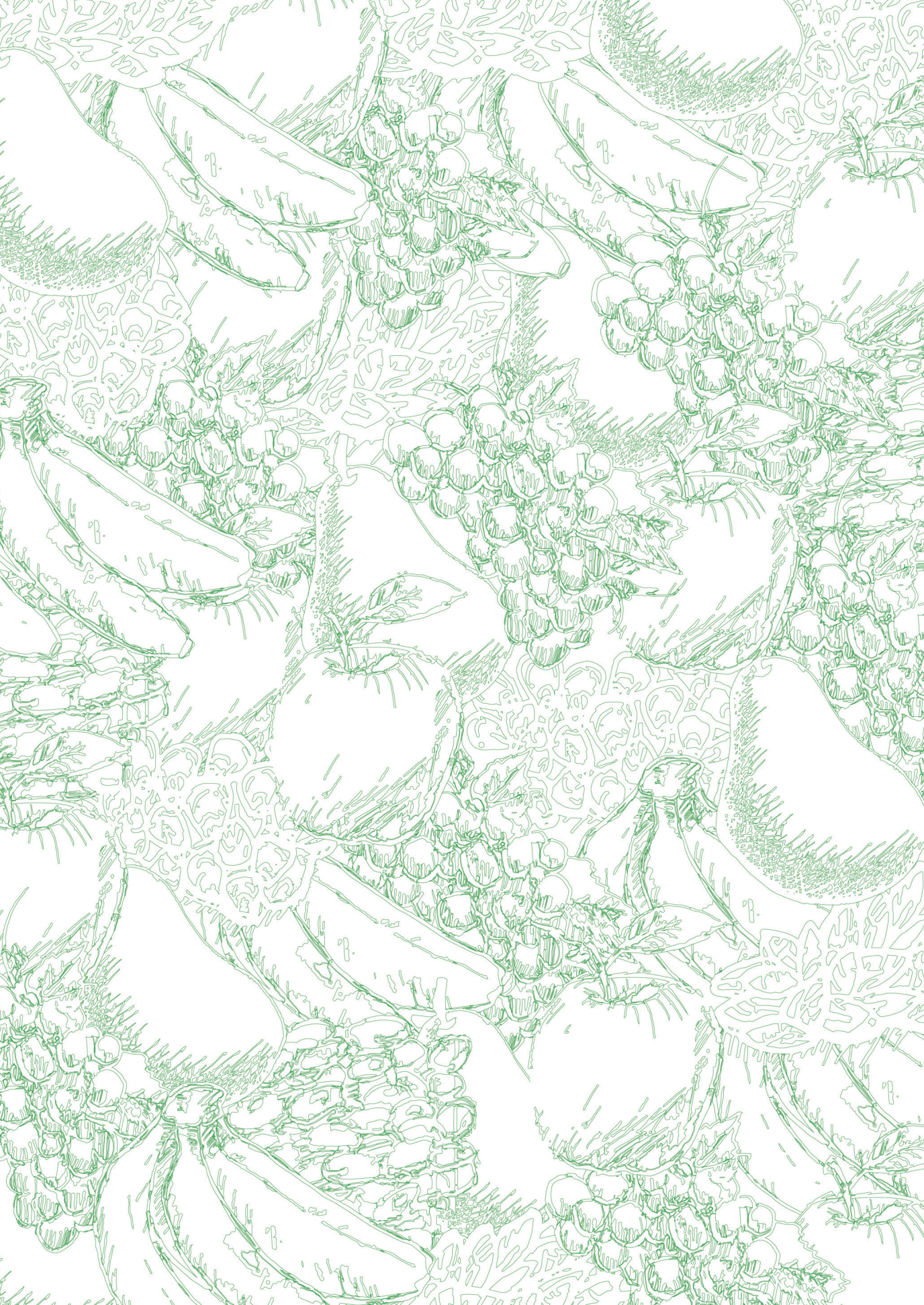
IMPROTA, C.T.R. **Manual de Treinamento em Educação Sanitária**. Florianópolis: CIDASC, 1988.

IMPROTA, C.T.R. **O Processo Educativo nos Programas de Saúde Agropecuária e Ambiental**, Curso de Mestrado Profissional em Defesa Sanitária Animal. São Luis: UEMA. 2012. 1ª Edição. 58p.

IMPROTA, C.T.R. **O Processo Educativo nos Programas de Saúde Agropecuária e Ambiental**, Curso de Mestrado Profissional em Defesa Sanitária Animal. São Luis: UEMA. 2017. 2ª Edição. 72p.

PASTURINO, C. Depoimento sobre a Campanha de Combate à Febre Aftosa, no Uruguai. In: **Boletim do Centro Pan-americano de Febre Aftosa n. 17/18**. Rio de Janeiro, 1975.

Thayer. L. E. **Princípios da Comunicação Administrativa**. São Paulo: Atlas. 1973.



7 Hábitos para uma Defesa Sanitária Vegetal altamente eficaz

Autor

Yuri Jivago Ramos

Resumo: Ao receber o convite para escrever um capítulo neste livro, por tratar-se de tema tão relevante para a produção segura e sustentável de alimentos, aceitei logo de cara. Minha intenção inicial foi escrever sobre geoprocessamento aplicado ao monitoramento de pragas, tema que me sinto confortável, por ter sido objeto de minha dissertação de mestrado, entretanto, resolvi sair da minha zona de conforto e, através da visão do *coaching*, adaptar para a sanidade vegetal a abordagem do livro, Os 7 Hábitos das Pessoas Altamente Eficaz do autor Stephen Covey, pois acredito verdadeiramente que estes hábitos podem levar a uma evolução qualitativa no nosso sistema de defesa vegetal. Para uma melhor ilustração de como os hábitos podem contribuir positivamente para a sanidade vegetal, serão utilizados exemplos relacionados a ações do dia a dia de trabalho e a projetos que executamos no serviço de defesa vegetal de Santa Catarina.

Principios da Vitória Pessoal

Os primeiros três hábitos, ser proativo, começar com o objetivo na mente e primeiro o mais importante, são descritos como os da vitória pessoal. A vitória pessoal é algo que só depende de nós mesmos e por isso necessitam ser trabalhados primeiro.

Hábito 1: Ser proativo

Não podemos discutir proatividade na Sanidade Vegetal, sem antes discutirmos o conceito de proatividade segundo Stephen Covey (Covey, 2006). Ele define proatividade como sendo mais do que tomar a iniciativa, proatividade seria como assumirmos que somos responsáveis diretos pelos resultados de nossas ações, e não que estes resultados seriam circunstâncias do ambiente onde estamos inseridos. Somos os verdadeiros responsáveis por fazer as coisas acontecerem.

Segundo Covey (2006) atitudes reativas tendem a ser guiadas pelo ambiente onde estão inseridas e o resultado vai estar alinhado com este ambiente. Quando o ambiente é positivo tende a gerar bons resultados e quando o ambiente é negativo, nos sentimos pressionados e o resultado deixa a desejar.

Hoje vivemos um ambiente altamente dinâmico na sanidade vegetal, com uma enorme pressão de pragas rodeando o território brasileiro, margens estreitas de rentabilidade dos produtores e uma sociedade que demanda uma grande quantidade de alimentos produzidos de maneira sustentável e a preços acessíveis.

Um dos principais gargalos para manter este ambiente em equilíbrio é um marco legal atualizado, hoje o marco legal que orienta as ações da defesa sanitária vegetal é de 1934, necessitando urgentemente de uma modernização, visto a evolução que a agricultura teve durante este período

Agora cabe ao interessado em manter este sistema equilibrado escolher que tipo de abordagem fazer. Em uma abordagem reativa o foco estará naquilo que não conseguimos fazer por falta da legislação.

Vejamos os exemplos:

- Não há nada que eu possa fazer, pois se estas pragas vão entrar mesmo

pois não existe plano de contingência;

- Isso é assim e pronto, muitas pragas já entraram e esta é só mais uma;
- Isso não será possível pois produtores não aceitarão as recomendações para a contenção da praga;
- Não sei se tenho conhecimento suficiente para este trabalho.

No entanto, quando trazemos o assunto para uma abordagem proativa, reconhecemos a nossa responsabilidade pelo assunto.

Vejamos os exemplos:

- Quais as medidas disponíveis na legislação atual que poderiam combater a praga;
- Evitando a entrada desta praga o agricultor poderá utilizar menos agrotóxicos no seu controle, tendo uma maior rentabilidade e a população um alimento mais saudável;
- Como posso trabalhar para que os produtores adotem por adesão medidas de detecção precoce da praga;
- Onde posso adquirir informações sobre esta praga, quem tem maior conhecimento que pode contribuir de maneira a acrescentar nesta situação.

Um bom exemplo de sucesso da abordagem proativa na defesa sanitária vegetal é o caso de erradicação da *Cydia pomonella* no Brasil. O início do trabalho ocorreu em 1998, quando a praga foi detectada no município de Lages/ Santa Catarina. Naquele momento, não existia plano de contingência estabelecido para a praga *Cydia pomonella*, sendo o marco legal norteador das ações de Defesa Sanitária Vegetal o Decreto Federal n. 24.114 de 1934. Através de uma abordagem proativa foi criado o Programa Nacional de Erradicação da *Cydia pomonella.*

Outro exemplo de proatividade no caso de erradicação da praga *Cydia pomonella* é a abordagem individual das residências com vistas a erradicação de todos os hospedeiros da praga. A praga encontrava-se estabelecida em macieiras de fundo de quintal, e mais de 30.000 plantas hospedeiras foram erradicadas,

demandando o convencimento individual dos proprietários acerca da importância da adesão ao programa de erradicação. O esforço proativo de enfrentar as dificuldades, sem aderir a justificativa que seria impossível erradicar hospedeiros da praga em um município com mais de 150 mil habitantes, permitiu evitar o estabelecimento desta praga no território Brasileiro, evitando ainda, o aumento da necessidade de aplicação de inseticidas e permitindo a abertura de mercados para a maçã nacional.

Este trata-se de um exemplo claro de sucesso em um estudo de caso de defesa sanitária vegetal com uma abordagem proativa.

Hábito 2: Começar com o objetivo na mente

O que é um objetivo em mente? Em seu livro Stephen (ano) cita que ter um objetivo em mente é termos claro aonde queremos chegar no final da vida. Em nosso último dia de vida, quando olharmos para trás, devemos ver que nossas ações nos trouxeram exatamente para o lugar onde gostaríamos de estar.

Ele escreve, ainda, que para definirmos nosso objetivo, precisamos ter clareza de nossa "missão de vida", do que esta missão realmente vai deixar de legado para as pessoas que convivemos. Para que nossa missão nos leve ao local que queremos (objetivo em mente) ela precisa estar alinhada com os valores e princípios que regem nosso verdadeiro ser.

O autor coloca também, que as coisas são criadas duas vezes: a primeira na nossa imaginação e a segunda no mundo real. Desta forma, para que tenhamos ações concretas, alinhadas aos nossos valores, devemos primeiro refletirmos sobre nossos valores, e observarmos se nossas ações estão alinhadas com os mesmos. Caso não estejam, é sempre possível realinharmos nossas ações aos nossos valores e então chegarmos aos resultados que realmente queremos em nossa vida.

Como podemos aplicar este hábito a sanidade vegetal? As instituições que atuam em defesa da sanidade vegetal precisam de uma missão clara para todos os seus colaboradores. Esta missão é o verdadeiro resultado a ser alcançado quando cada colaborador executa suas funções de trabalho.

Devemos nos perguntar: As ações que estamos realizando estão alinhadas com a missão da organização, ou são ações que em nada contribuem para esta missão.

Como exemplo, trazemos a Missão da Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina (CIDASC):

> "Executar ações de sanidade animal e vegetal, preservar a saúde pública, promover o agronegócio e o desenvolvimento sustentável de Santa Catarina (CIDASC 2020)".

Para exemplificar vamos separar esta missão em duas partes. Começamos pelo final, "**preservar a saúde pública, promover o agronegócio e o desenvolvimento sustentável de Santa Catarina**". Este é o verdadeiro legado que a Cidasc quer deixar durante em sua existência. Isto deve estar na mente de cada colaborador quando sair para trabalhar pela manhã, estou saindo para cuidar da saúde dos catarinenses, ajudar as pessoas do campo em seus negócios e cuidar do meio ambiente do nosso estado.

Para se obter este resultado é necessário, "**executar ações de sanidade animal e vegetal**". Devemos ter em mente, que as ações que tomamos no dia a dia de trabalho, (Lavraturas de autos, imposições de medidas cautelares, ações de educação) devem estar alinhadas com o descrito nesta missão. Qualquer medida que não esteja alinhada para gerar o resultado esperado é desnecessária ou está atrapalhando a execução da missão, implicando em custo direto ou indireto para a sociedade.

Então na prática primeiramente precisamos criar a missão no campo da imaginação ou no campo do papel e depois temos que colocá la no mundo real através das nossas ações nunca perdendo de vista o legado que queremos deixar.

Hábito 3: Primeiro o mais importante

O hábito 3 é algo ligado diretamente aos hábitos 1 e 2. O hábito 1 determina que somos responsáveis pelos resultados das nossas ações enquanto o hábito 2 nos diz que as coisas são criadas primeiro em nossa mente e depois objetivamente no mundo real.

A implementação do hábito 3 trata da administração pessoal, onde devemos refletir sobre o que realmente é importante daquilo que criamos e somos responsáveis. Devemos refletir sobre a administração de nosso tempo, avaliarmos como reagimos a questões urgentes, ou se deixamos de agir em questões importantes, que nos levarão ao verdadeiro resultado de nossa missão.

Vamos pensar em uma matriz de administração do tempo dividida em 4 quadrantes:

- **Quadrante I** - Tarefas urgentes e importantes: São aquelas situações que nos sufocam no dia a dia, demandas que precisam ser resolvidas rapidamente. Imprevistos ou falta de planejamento no passado que resulta em uma crise no presente.

- **Quadrante II** - Tarefas importantes e não urgentes: Demandas planejadas com uma visão sistêmica de médio e longo prazo e alinhadas com a nossa missão de vida;

- **Quadrante III** - Tarefas não importantes consideradas importantes: Demandas consideradas urgentes por uma interpretação equivocada de importância, pois na verdade não estão alinhadas com a missão a ser executada;

- **Quadrante IV** - Tarefas não importantes e nem urgentes: Ações que servem como desculpa para procrastinação do que realmente é importante, são atitudes que dão uma falsa percepção de ocupação e excesso de tarefas.

Para aumentarmos nossa eficácia devemos nos concentrar ao máximo no quadrante II, onde um bom planejamento de médio e longo prazo permitirá reduzir o número de atividades do quadrante I (tarefas urgentes), e o número de atividades do quadrante III (tarefas não importantes consideradas equivocadamente como importantes). Desta forma estaremos focados no que realmente é importante para a realização de nossa missão.

Como podemos aplicar este princípio na sanidade vegetal?

Um diagnóstico detalhado dos programas de sanidade vegetal executados com o detalhamento das ações realizadas e o planejamento de ações alinhadas com os resultados esperados leva a uma melhor administração do esforço e alcance dos objetivos.

Como exemplo podemos citar o programa de controle e erradicação do Cancro Europeu no estado de Santa Catarina. Anteriormente a aplicação da metodologia, o planejamento de metas visava a inspeção de 100% das propriedades produtoras

de maçã. Um grande esforço por tratar-se de mais de 1500 propriedades para um reduzido quadro de colaboradores. Após a análise de importância das ações, definiu-se como meta importante a inspeção e fiscalização das propriedades com detecção positiva para a praga e nas quais o produtor rural estava negligenciando as medidas fitossanitárias estabelecidas na legislação para a contenção e erradicação da praga. Desta forma foi possível o acompanhamento e contenção, pelos agentes de sanidade vegetal, dos focos de disseminação da praga e consequentemente avançar no objetivo proposto de contenção e erradicação da praga dos pomares de maçãs do estado de Santa Catarina.

Hábito 4: Pense em "vencer/ vencer"

Este hábito nos traz a reflexão que estamos constantemente nos relacionando com as pessoas, nossos familiares, colegas de trabalho ou pessoas que são diretamente afetadas pelo nosso trabalho. Stephen nos sugere tratar estes relacionamentos como uma conta bancária emocional. Os depósitos que são realizados através de ações como gentileza, compreensão, honestidade, compromissos honrados nos permitem acumular reservas para que uma parte possa contar com a outra quando for preciso. Isso permite que uma das partes tolere os pequenos erros da outra pois o saldo na conta compensará.

Quando o tratamento entre as partes não ocorre de maneira honesta, simpática, e tolerante por exemplo, esta conta começa entrar no vermelho. Isso acaba com a flexibilidade do relacionamento, que começa a se tornar um campo minado, onde cada palavra ter que ser medida e o ambiente se torna extremamente tenso.

Mas porque esta metáfora da conta bancária é importante na construção de um relacionamento vencer/vencer? O que significa realmente um relacionamento vencer/vencer e como se aplica a defesa sanitária vegetal?

A metáfora significa em síntese, a confiança que as partes têm uma com a outra dentro de um relacionamento. Confiança é a base para qualquer relacionamento sólido, saudável e duradouro.

Vencer/Vencer significa que devemos encarar as situações procurando um caminho onde todos os envolvidos serão beneficiados. Fugir de um pensamento dicotômico. Para eu vencer você não precisa perder, para eu estar certo você não precisa estar errado.

Vejo que sua aplicabilidade prática dentro das organizações de defesa vegetal se dá principalmente em relação ao relacionamento que construímos com nosso principal público, o produtor rural. A maneira que construímos esta conta bancária com os produtores vai afetar diretamente sua aceitação nas medidas sanitárias necessárias para a contenção de uma praga por exemplo.

Se construímos ao longo do tempo uma confiança com este produtor baseada na integridade, histórico de compromisso cumpridos, empatia, e agimos com uma mentalidade de abundância, que o ganho que temos como agente de sanidade também é um ganho de valor para a produção daquele indivíduo, construímos então uma relação vencer/vencer.

Desta forma o produtor e o agente de fiscalização não se enxergam de lados opostos de um sistema e sim como para de uma engrenagem interdependente que a ação de uma vai ter ganho direto para o outro.

Hábito 5: Procure primeiro compreender, depois ser compreendido

A comunicação acontece a todo momento, ela não se restringe a comunicação oral que é percebida com mais frequência. A comunicação também ocorre com a maneira que nos vestimos, com as nossas expressões faciais e com o que ouvimos.

Quando ouvimos estamos recebendo um estímulo poderoso que irá influenciar naquilo que iremos comunicar no futuro. Muitas vezes quando estamos ouvindo queremos escutar o "eu" e não a pessoa que está propriamente falando. Projetamos nela o que queremos escutar e não realmente o que a outra pessoa está falando ou sentindo.

Stephen coloca que ouvirmos com empatia não é ouvir com técnicas de escuta ativa, que basicamente resume e repete o que o locutor está falando. Trata-se sim de escutar com a genuína vontade de compreender o outro, antes de querer ser compreendido. Desta forma você olhará o mundo sob a perspectiva da outra pessoa, sentindo seus anseios, seus medos e suas dores. Amplie também o seu olhar para além da pessoa, perceba o meio onde ela está inserida e como o ambiente influencia em suas decisões.

"Diagnostique antes de receitar" é o que Stephen nos diz. Isso não se trata de uma tarefa simples, mas é algo fundamental para termos uma comunicação assertiva, e dessa forma escolher a melhor forma de contribuir no relacionamento.

Este hábito (Primeiro compreender, depois ser compreendido), afeta diretamente o hábito "vencer/vencer", pois o primeiro passo para construir este hábito é compreender o outro, para que possamos depois ser compreendidos. Esta relação (compreender e ser compreendido) exige um alto nível de empatia de ambas as partes.

Dentro do contexto da sanidade vegetal, podemos aplicar este hábito em momentos de imposição, pelos agentes públicos (às vezes denominado fiscal), de medidas fitossanitárias legalmente estabelecidas. A capacidade, por parte do agente fitossanitário, de ouvir empaticamente o produtor rural ou pessoa a qual se imponha a medida fitossanitária, permite uma melhor interlocução das justificativas e da importância da adoção da medida legal. Permite a compreensão dos motivos que sua conduta leva a um resultado indesejado, distanciando a sanidade vegetal de seus objetivos, (hábito 2).

O hábito de primeiro compreender, para depois ser compreendido, deve ser adotado por todos os envolvidos na proteção da sanidade vegetal, sejam eles os agentes públicos, aqui já citados, mas também pelos agricultores, assistentes técnicos, comerciantes de produtos vegetais e consumidores. As ações de educação sanitária vegetal, desenvolvidas pelas organizações públicas e privadas, com alunos do ensino fundamental, médio e acadêmico, com assistentes técnicos, com produtores rurais e também com consumidores, permite que todos tenham uma melhor compreensão do impacto de suas ações na manutenção da sanidade vegetal. As ações de educação sanitária devem sempre levar a mensagem de forma empática aos seus interlocutores, para que com isso alcance seus objetivos.

Hábito 6 - "Sinergizar"

"Sinergizar" é um hábito que potencializa o resultado de qualquer coisa, seja em equipes de trabalho, instituições trabalhando juntas, seja em estratégias se somando, ou legislações se complementando. A Sinergia em sua essência significa que o resultado do todo, é maior que a soma das partes.

Quando observamos de um ponto de vista analítico, nos perguntamos: Como o todo pode ser maior que a soma das partes? Isso contraria a matemática tal qual conhecemos.

O que deve ser feito para obtermos sinergia.

O primeiro passo seria investirmos em uma comunicação sinérgica. Procurando observar um assunto sob um ponto de vista diferente do qual já temos um conceito formado. E quando chegarmos diante desta perspectiva diferente, estarmos abertos ao diálogo. Devemos ainda, valorizar esta diferença, pois este novo ponto de vista, traz reflexões as quais ainda não havíamos feito.

Diante de uma situação de divergência, temos três saídas: a sua opinião, a opinião do outro e a nossa opinião. A nossa opinião é maior que as opiniões individuais somadas. Ela é o resultado agregador sinérgico entre as experiências individuais.

O hábito de "sinergizar" pode contribuir em muito para o alcance dos objetivos de proteção da sanidade vegetal. A construção e execução de políticas públicas para a sanidade vegetal, construídas de forma sinérgica, com as opiniões e visões das diferentes esferas de organizações de defesa sanitária vegetal, bem como com a opinião e visão de organizações de pesquisa agrícola, extensão rural, universidades e organizações representativas do setor produtivo, permite a união de esforços em prol de um objetivo comum.

A proteção da sanidade vegetal é vista de diferentes maneiras pelas organizações envolvidas. Organizações voltadas para a pesquisa observam sob a perspectiva da verdade científica. Organizações de extensão rural observam pela ótica da comunicação. As organizações públicas de defesa vegetal observam sob a ótica da fundamentação legal. Já as universidades observam sob a perspectiva de ensino e formação acadêmica e as organizações representativas do setor produtivo observam a proteção da sanidade vegetal sob a visão da rentabilidade para a sustentabilidade de seus negócios

Cada olhar individual para a proteção da sanidade vegetal é importante, no entanto, se os agregados de forma sinérgica, em prol do bem comum, teremos ótimos resultados no alcance dos objetivos.

Agregar de forma sinérgica todas as organizações não é tarefa simples, demanda paciência e perseverança. A manutenção de fóruns, conselhos, redes de trabalho pode favorecer a sinergia entre as organizações.

Hábito 7 - Principio da Auto Renovação Equilibrada

Stephen nos sugere com seu sétimo e último hábito, a necessidade de renovar as quatro dimensões da natureza humana.

Esta natureza seria composta pelos seguintes itens:

- **Física** - Exercícios, nutrição, cuidados com o estresse;
- **Mental** – Leitura, visualizações planejamento, escrita;
- **Social e Emocional** – Ajuda, empatia, sinergia, segurança interna,
- **Espiritual** – Clareza de valores e envolvimento, estudo e meditação.

E como podemos aplicar este hábito a Defesa Vegetal, sendo que aparentemente são voltados ao desenvolvimento humano.

Vamos lá, quanto a dimensão da renovação física, podemos observar que se trata basicamente do cuidado com a saúde. As atividades de sanidade vegetal são promovidas por organizações. Precisamos cuidar da saúde dessas organizações, deve-se ter cuidado com o ambiente organizacional e o gerenciamento de estresse nestes ambientes, um outro recurso importante é o nível de energia dos colaboradores destas instituições, pois o nível de energia vai influenciar em que zona de performance a instituição opera. Instituições que trabalham em ambientes mais equilibrados conseguem ter uma *"Alta Performance"*, isto é mais resultado com menos esforço, já um ambiente desequilibrado pode levar em casos extremos ao *"Burnout"* onde ocorre um esgotamento completo da energia dos colaboradores e da instituição.

Quanto a dimensão do equilíbrio mental, observando mais uma vez as organizações, podemos implementar uma política de capacitação constante, não só em assuntos técnicos mais em áreas correlatas que vão impulsionar os resultados da organização. Outro ponto importante é o conhecimento do perfil profissional de cada colaborador, pois desta forma se pode posicionar melhor os colaboradores, tendo então um melhor resultado global.

O social e emocional, é descrito por Stephen, como a manutenção dos relacionamentos institucionais. Ter um cuidado extra na manutenção destes

relacionamentos com um objetivo sempre de vencer/vence. Isso pode ser feito através da renovação constante dos acordos firmados ou um realinhamento destes acordos com os interessados no resultado da defesa vegetal.

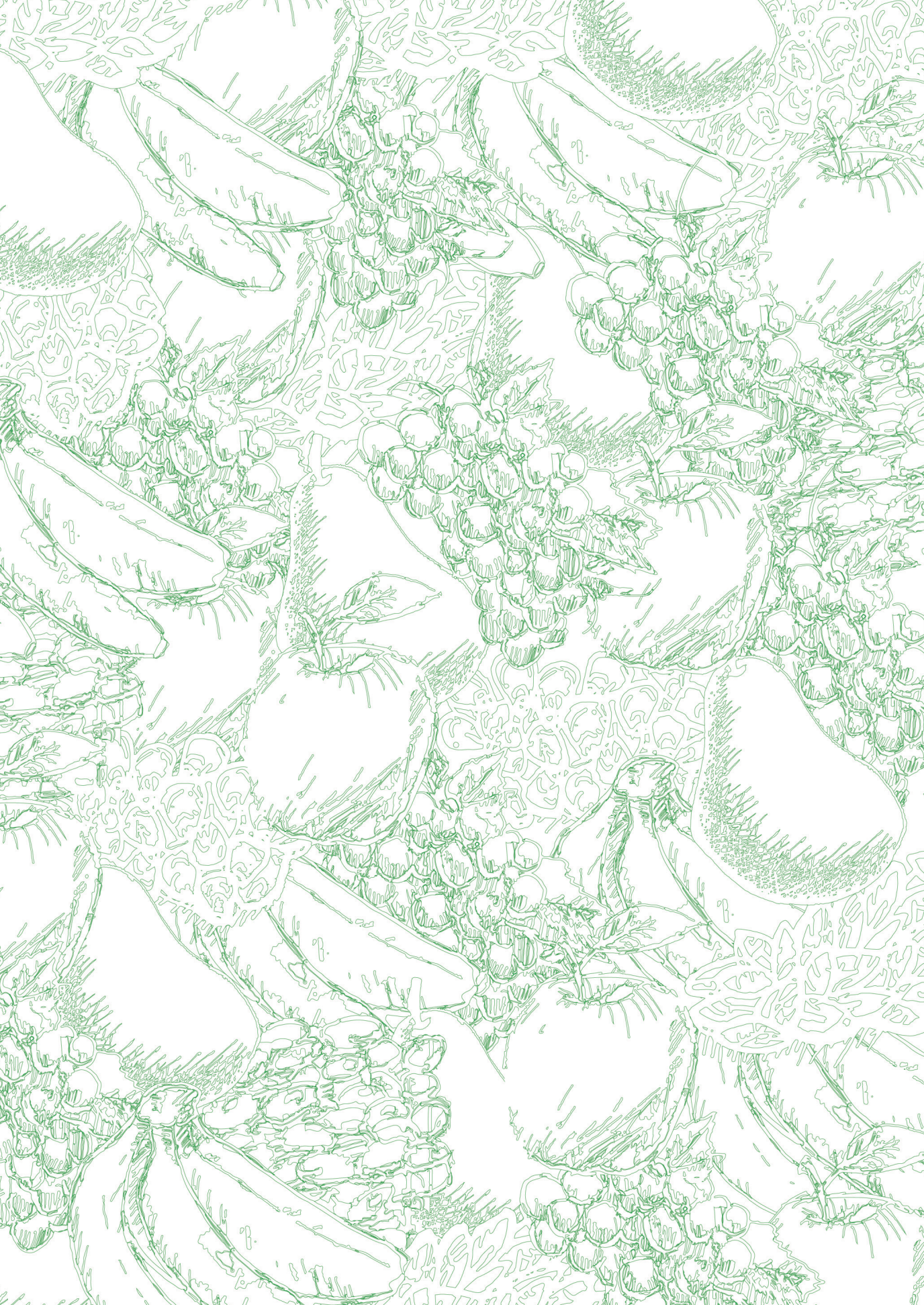
No campo espiritual a aplicação seria em manter viva a missão e o valores da organização, para não perdermos de vista que a sanidade vegetal é uma estratégia global para eliminar a fome, reduzir a pobreza, proteger o meio ambiente e estimular o desenvolvimento econômico.

Considerações

Finalizando espero que estas reflexões possam contribuir para a melhoria nos processos de devesa vegetal, uma ciência que está sendo reconhecida recentemente, de fundamental importância no dia a dia de produtores que buscam uma maior competitividade de seus produtos e de consumidores que buscam alimentos produzidos de maneira sustentável. Este livro é uma grande realização para aumentar a difusão das várias inciativas para a promoção da sanidade vegetal, que muito tem avançado no Brasil e não pode parar de evoluir neste nosso país que tem como um de seus “carros chefes” o agronegócio.

Referências

COVEY, Stephen R. **Os 7 Hábitos das Pessoas Altamente Eficaze**s. 29.ed. Rio de Janeiro: Best Seller, 2006.



Sanitarista júnior: Educação sanitária nas escolas de Santa Catarina

Autores

Patrícia Almeida Barroso Moreira

Diego Medeiros Gindri

Resumo: A defesa da sanidade vegetal necessita de aceitação pela sociedade. Sendo fundamental um trabalho amplo de educação, em conjunto com os profissionais da área da saúde, agricultura, meio ambiente e educação, que prepare esta mesma sociedade, para reconhecê-las como de seu interesse e assim, conscientemente, se dispor a conhecer, aceitar e praticar as ações normalizadas e preconizadas. O Projeto Sanitarista Junior foi elaborado para ser um instrumento que leva a um processo de sensibilização e consciência ambiental, permitindo às crianças desenvolverem valores e competências fundamentais para o pleno exercício da cidadania. Entre os anos de 2015 a 2020, o Projeto Sanitarista Junior esteve presente em mais de 200 escolas catarinenses, formando 13.749 crianças como Sanitaristas Juniores. O projeto permitiu ainda, o desenvolvimento de competências pedagógicas dos colaboradores e o fortalecimento institucional da educação sanitárias no órgão catarinense de defesa sanitária vegetal.

Introdução

Entende-se por educação sanitária em defesa agropecuária o processo de disseminação, construção e apropriação de conhecimentos, por parte dos participantes das diversas etapas das cadeias produtivas associadas às atividades agropecuárias e pela população em geral, relacionados com a saúde animal, sanidade vegetal e qualidade dos produtos, subprodutos e insumos agropecuários (BRASIL, 2008). A educação sanitária visa a fluência na comunicação social, levando as informações sobre as atividades realizadas pela defesa agropecuária, de modo a permitir que os cidadãos possam tomar decisões conscientes e exerçam o efetivo controle e participação social.

O Projeto Sanitarista Junior foi elaborado apoiado nos princípios da integridade, comprometimento e integração, visando a convergência de objetivos em prol do bem comum e a serviço da sociedade. O projeto visa atender os pilares da educação: aprender a conhecer, aprender a fazer; aprender a viver juntos e aprender a ser (DELORS et. al., 2011).

O objetivo geral, foi e continua sendo, a educação de escolares para cuidar desse patrimônio intangível que é a capacidade de produzir alimentos de qualidade no estado de Santa Catarina, disponibilizando e construindo com os alunos o conhecimento referente a defesa agropecuária, promovendo mudanças cognitivas, proporcionando novos comportamentos a longo prazo, visando a preservação do o meio ambiente em prol do bem comum. O projeto visa ainda, difundir os valores, a cultura e o papel da agricultura de Santa Catarina, bem como o seu potencial para gerar qualidade de vida, com preservação, equilíbrio ambiental e produção de alimentos seguros.

O Projeto objetiva também a promoção da qualidade de vida das famílias, através do favorecimento da saúde pública e da segurança alimentar, com o controle da sanidade dos animais e vegetais, a conservação ambiental, e o despertar pelo interesse de permanência no campo por parte dos jovens. Abordar a importância da agropecuária e a prática da produção de alimentos seguros, torna-se, também, estratégia para fortalecer a relação das crianças e jovens com a sucessão familiar das propriedades rurais, minimizando assim o êxodo rural e incentivando a permanência dos jovens no campo.

Em meio urbano, o projeto aborda questões de segurança alimentar, e ressalta a importância da manutenção e fomento de uma agropecuária forte, possibilitando a visualização por parte das crianças que não possuem o contato com o meio rural de que comer é um ato agrícola.

Os objetivos do projeto Sanitarista Junior estão alinhadas as mensagens da FAO para o AISV 2020. Neste capítulo compartilhamos um pouco do nosso conhecimento e de nossas experiências, em educação sanitária com escolares, ao longo dos 6 anos do projeto. Desta forma esperamos contribuir para a valorização

da sanidade vegetal, bem como incentivar outras iniciativas desta natureza.

O projeto

O público alvo do projeto Sanitarista Junior são os alunos do ensino fundamental da rede pública e particular, municipal e estadual, rural e urbana do estado de Santa Catarina. Toda a comunidade educativa, composta pelos secretários municipais, diretores, professores e pais também são envolvidos no projeto, uma vez que as crianças elaboram apresentações teatrais, músicas e apresentações cívicas.

O projeto desenvolve os temas da defesa agropecuária:

- Conhecendo a Cidasc;
- Defesa Sanitária Animal;
- Doenças dos bovinos; dos suínos; das aves; dos equinos;
- Sanidade dos animais aquáticos;
- Inspeção de produtos de origem animal;
- Bem-estar animal;
- Sanidade das abelhas;
- Defesa sanitária vegetal;
- Pragas quarentenárias;
- Fiscalização do trânsito de vegetais e animais;
- Produção orgânica de alimentos;
- Meio ambiente e a produção agropecuária; e
- Saúde humana.

Foram desenvolvidos diversos materiais didáticos para o desenvolvimento do projeto. O projeto conta com um livro texto, um caderno de atividades e um livro do professor (Figura 1). Conta ainda com materiais complementares, como revistas em quadrinhos, jogos, tirinhas e vídeos (Figura 2 e 3). O material didático foi desenvolvido por profissionais técnicos, com assessoria pedagógica, visando uma abordagem sistêmica, integrada e participativa, alinhados a grade curricular

do ensino fundamental, e trabalhados de forma transversal e multidisciplinar.

Figura 1 - (A) Livro Texto Sanitarista Junior em Defesa Agropecuária, 3º edição revisada e ampliada, (B) Caderno de Atividades, (C) Livro do Professor.

(A) (B) (C)

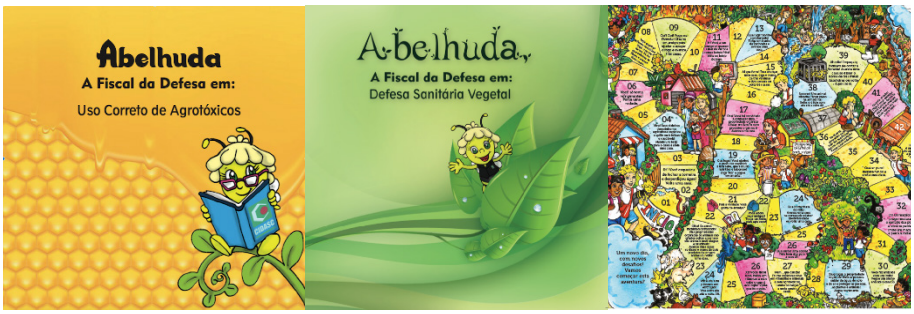


Fonte: Cidasc

As atividades de apoio às escolas são desenvolvidas por Médicos Veterinários, Engenheiros Agrônomos e Técnicos Agrícolas da CIDASC, e os recursos financeiros foram obtidos através de convênios anuais ou plurianuais conforme as disponibilidades dos fundos que possuem rubrica apropriada à atividade de educação sanitária. Os principais entes financiadores até agora foram a Diretoria de Vigilância Sanitária/ Gerência de Saúde Ambiental, o Banco Mundial/ Secretária de Estado da Agricultura e da Pesca/ Programa SCRural, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e o Ministério Público de Santa Catarina/ Fundo para Reconstituição de Bens Lesados.

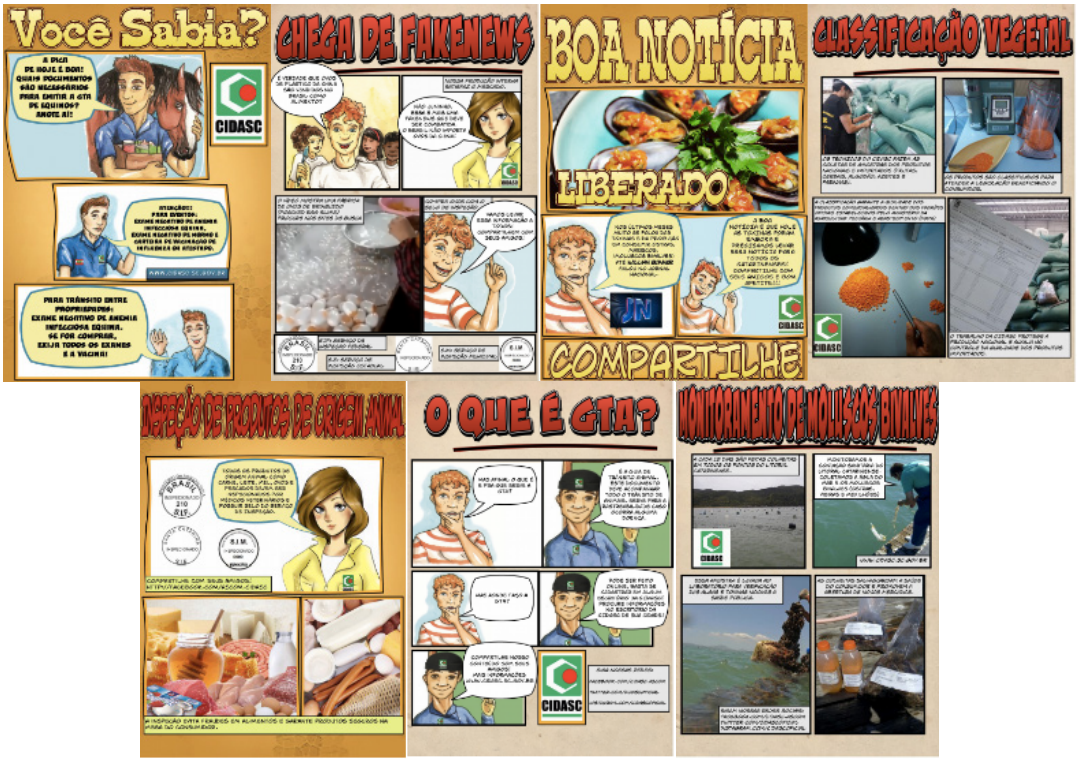
Figura 2 - (A) Revista em quadrinhos sobre o uso correto de agrotóxicos, (B) Revista em quadrinhos sobre a Defesa Sanitária Vegetal, (C) Jogo de tabuleiro Agricultura Orgânica.

(A) (B) (C)



Fonte: Cidasc

Figura 3 - Tirinhas informativas sobre temas da defesa agropecuária.



Fonte: Cidasc

As atividades do projeto ocorrem anualmente, iniciando em fevereiro e encerrando em dezembro. As atividades compreendem as seguintes etapas:

- Reunião com as autoridades para apresentação do projeto;
- Adesão das escolas e assinatura do termo de compromisso;
- Capacitação dos professores;
- Programação do cronograma anual;
- Aplicação do pré-teste;
- Distribuição do material didático;
- Apresentação das palestras, dias de campo e aulas práticas;
- Recolhimento das redações e desenhos;
- Aplicação do pós-teste;
- Formatura e entrega de certificados;

- Festa de encerramento e premiações.

Em todas as crianças que participaram do projeto foram aplicados pré-testes e pós-testes, seguindo a metodologia SOMA (ALBUQUERQUE, 2012) para quantificar o aumento do conhecimento e a eficiência do método educativo desenvolvido em sala de aula.

Desde seu lançamento em fevereiro de 2015 até fevereiro de 2020, o projeto Sanitarista Junior esteve presente em mais de 200 escolas catarinenses, formando 14.187 crianças em Sanitaristas Juniores. O projeto também capacitou 36 Médicos Veterinários, 29 Engenheiros Agrônomos e 5 Técnicos Agrícolas.

Relatos dos alunos nas redações e desenhos produzidas ao longo do ano letivo:

"Eu aprendi a ser um Sanitarista Junior com a ajuda da veterinária Paula, eu vou zelar pela saúde humana" (J de C. S. - 10 anos 5º ano - Araranguá /SC).

"O Projeto Sanitarista Junior trouxe para a escola e os alunos muito conhecimento para o futuro do nosso estado e da nossa vida. Nós alunos podemos levar esse conhecimento para os vizinhos, produtores rurais e para a nossa família" (A. D. P. - 14 anos - 8º ano - Campos Novos SC).

"Devemos cuidar do nosso meio ambiente onde produzimos nossos alimentos, cuidar do solo, da água, das plantas e dos animais é muito importante para nós, pois a agricultura faz parte da nossa vida" (J. M. P. D. - 15 anos - 9º ano - Jacinto Machado/ SC).

"O projeto ajudou bastante a nossa escola, porque a maioria dos alunos moram no interior e lá não temos muito acesso as informações e aos conhecimentos" (G. T. -12 anos - 6º ano - São Lourenço do Oeste/ SC).

"Meus caros amigos do Projeto Sanitarista Junior, aqui lhes descrevo como foi bom e bem produtivo as palestras que os Senhores proporcionaram a nós, alunos.

Pois tudo o que foi falado e trabalhado no projeto, engloba literalmente o que está a nossa volta. É o cotidiano de todos nós que moramos no interior" (D. N. S. - 16 anos - 9º ano - Campos Novos/ SC)

"O Projeto Sanitarista Junior foi o melhor conteúdo do ano para mim, que sempre tive enorme fascínio por animais de grande porte e plantações" (M. C. K.- 13 anos - 7º ano - Bocaina do Sul/ SC).

"As palestras assistidas tiveram grande importância para os alunos, principalmente para quem vive no espaço urbano, pois assim aprendemos mais sobre o espaço rural e sobre o trabalho que a CIDASC faz em nosso estado" (A. G.- 12 anos- 6º ano - São Miguel do Oeste/ SC).

A promoção da saúde é o nome dado ao processo de capacitação da comunidade para atuar na melhoria de sua qualidade de vida e saúde, incluindo uma maior participação no controle deste processo (Carta de Ottawa, 1986). Para atingir um estado de completo bem-estar físico, mental e social, os indivíduos e grupos devem saber identificar aspirações, satisfazer necessidades e modificar favoravelmente o meio ambiente. Desta forma, a promoção da saúde não é responsabilidade exclusiva do setor saúde, e vai para além de um estilo de vida saudável, na direção de um bem-estar global, corroborando o sentido de saúde única disseminada e apregoada pela Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura, Organização Mundial da Saúde Animal e Organização Mundial da Saúde (FAO-OIE-WHO, 2017).

O projeto Sanitarista Junior promoveu a aproximação e colaboração mutua de organizações dos setores de agricultura, saúde e educação, na promoção da saúde em Santa Catarina. As ações conjuntas contribuíram para assegurar bens e serviços mais seguros e saudáveis, serviços públicos saudáveis e ambientes mais limpos e desfrutáveis.

As capacitações realizadas no projeto, também permitiram o desenvolvimento de competências, como oratória, pedagogia e artes audiovisuais, dos colaboradores do serviço público de defesa agropecuária catarinense. Qualificações essas que ampliam a eficácia, eficiência e efetividade das ações destes colaboradores.

Outra contribuição do projeto a ser destacada, é o fortalecimento institucional da educação sanitária dentro da Cidasc, permitindo que mais colaboradores

percebam o valor da educação como ferramenta no cumprimento da missão de executar ações de sanidade animal e vegetal, preservar a saúde pública, promover o agronegócio e o desenvolvimento sustentável de Santa Catarina.

O conhecimento e aceitação das normas sanitárias pode conduzir a uma conduta correta, reduzindo as autuações fiscais. Ainda não foi possível perceber a redução no número de autuações, visto que estamos trabalhando na formação de uma nova geração. Entretanto, baseados nos resultados das avaliações e também nos depoimentos dos alunos, acreditamos que em breve esta redução será percebida. Esperamos que este projeto venha a comemorar muitos quinquênios e se torne uma política permanente de educação no estado de Santa Catarina.

Entendemos que as crianças, por meio das vivências do projeto, tornaram-se multiplicadoras das ações de defesa agropecuária e passam a disseminar conhecimentos que contribuirão para a melhoria da produção de alimentos seguros e a qualidade de vida no campo.

Referências

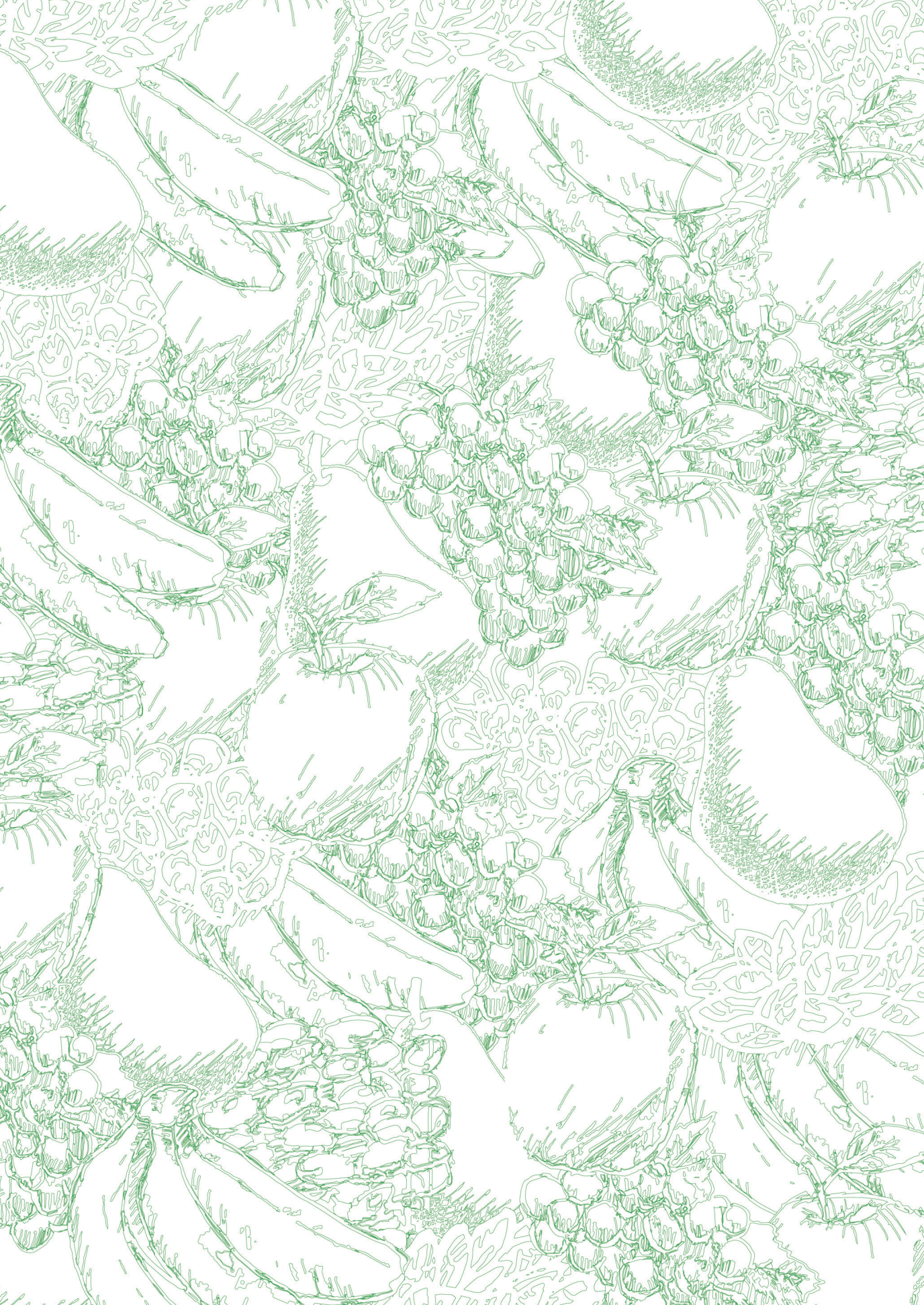
ALBUQUERQUE, C. **Educação Sanitária: planejamento, avaliação de resultados método SOMA**. Goiânia: Kelps, 2012. 226 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 28, de 15 de maio de 2008. Instituir o Programa Nacional de Educação Sanitária em Defesa Agropecuária, nos termos desta Instrução Normativa. **Diário Oficial da União**, Seção 1, Página 1, Brasília, DF, 2008.

CARTA DE OTTAWA. In: **1ª Conferência Internacional sobre Promoção da Saúde**. Ottawa, Canadá; 1986. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/carta_ottawa.pdf. Acesso em: 25 abr. 2019

DELORS *et. al.* Educação um tesouro a descobrir. **Relatório para a Unesco da Comissão Internacional sobre a Educação para o Século XXI**. 6ª ed. Tradução José Carlos Eufrázio. São Paulo: Cortez, 2001.

FAO-OIE-WHO. **The Tripartite's Commitment Providing multi-sectoral, collaborative leadership in addressing health challenges**. FAO-OIE-WHO, oct, 2017. Disponível em: http://www.oie.int/fileadmin/home/eng/Media_Center/docs/pdf/onehealthportal/Tripartite_2017.pdf. Acesso em: 25 abr. 2019.



Difusão de conhecimentos agroecológicos e de defesa vegetal: Experiências do Instituto Federal de Santa Catarina/ Câmpus Lages

Autores

Fernando Domingo Zinger

Luciane Costa de Oliveira

Roberto Akitoshi Komatsu

Rita de Cassia de Freitas Santos

Douglas Oliveira Damaceno

Resumo: O Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) vem atuando desde 2010 no município de Lages, na Serra Catarinense, ofertando os cursos Técnicos em Agroecologia, e Técnico em Biotecnologia, visando levar qualificação, e mudança de paradigmas a comunidade com novos olhares para os recursos naturais e a produção de alimentos. Esses cursos focam na difusão de conhecimentos que levem a evolução de sistemas de produção de base ecológica, como a produção agroecológica e consequentemente o uso de tecnologias sustentáveis e a conservação de recursos naturais e uma alimentação saudável da população serrana. Cada vez mais, o IFSC Lages se dedica na oferta de formações, cursos, projetos de pesquisa e extensão com objetivos sustentáveis e voltados para a promoção de modelos agrícolas sustentáveis e a produção de alimentos seguros à população.

Introdução

O Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica – PLANAPO, também conhecido como Brasil Ecológico, é um dos instrumentos da Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica. Seu objetivo é articular e implementar programas e ações indutoras da transição agroecológica, da produção orgânica e de base agroecológica, como contribuição para o desenvolvimento sustentável, possibilitando à população a melhoria de qualidade de vida por meio da oferta e consumo de alimentos saudáveis e do uso sustentável dos recursos naturais.

Tanto a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), como o Programa de Educação Ambiental e Agricultura Familiar (PEAAF) foram reconhecidos no PLANAPO como esforços do Governo Federal que visam à construção e consolidação de políticas e programas de apoio à agroecologia e à produção orgânica (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2020; PLANAPO, 2013).

As atividades relacionadas à produção agrícola estão entre as que mais têm gerado impactos sobre o meio ambiente. A produção intensiva é grande consumidora de energia, além de fonte de contaminação da água, ar e solo, por meio, especialmente, de resíduos de pesticidas e de fertilizantes. A expansão das fronteiras agrícolas aumenta as taxas de desmatamento, agrava os processos de degradação do solo e põe em risco a biodiversidade (PLANAPO, 2016).

A sociedade brasileira tem manifestado preocupação crescente com os impactos ambientais da agricultura convencional e seus efeitos sobre a segurança alimentar, como indica a forte atuação, em diversas frentes, de movimentos, organizações não governamentais, universidades e cidadãos, imbuídos do propósito de fazer com que a produção agrícola alcance patamares adequados de sustentabilidade. A agroecologia desponta, neste cenário, como uma alternativa viável para a construção de um novo paradigma para a agricultura, que promova a ampliação das condições de acesso a alimentos saudáveis, a partir de sistemas de produção agrícola ecologicamente equilibrados, e que contribua para o fortalecimento de bases estruturais socialmente justas e inclusivas para o campo (BRASIL AGROECOLÓGICO, 2016).

A Agroecologia, ainda, como ciência emergente de caráter multidisciplinar, com suas metodologias participativas, desponta como alternativa para sustentabilidade agrícola, pois além de respeitar o meio ambiente, preocupa-se com os problemas sociais e o manejo sustentável dos agroecossistemas.

A Agroecologia tem por objetivo a aplicação de conceitos e princípios ecológicos

no desenho e manejo de agroecossistemas sustentáveis, priorizando o manejo de recursos naturais segundo as condições específicas das propriedades rurais (GLIESSMAN, 2001; ALTIERI, 2002). Na prática da Agroecologia, é indiscutível o valor da utilização da biodiversidade que pode levar a novas rotas de desenvolvimento e adaptações ecológicas importantes para suprir as necessidades de mudanças das práticas agrícolas (LEITE, 2007).

Especificamente, a escassez de profissionais com conhecimento em agroecologia e na produção orgânica dificulta que os agricultores e agricultoras consigam assistência técnica para orientá-los. Ainda existem poucos agentes de assistência técnica – sejam técnicos de nível médio ou superior, jovens e agricultores e produtores – formados com uma abordagem agroecológica para auxiliar na produção, e há grande carência na formação técnica e profissional de assentados da reforma agrária com enfoque agroecológico. O mesmo motivo também impede que sejam ampliadas as pesquisas em agroecologia, pois os profissionais contratados pelas instituições do ramo não têm, em sua maioria, conhecimentos para desenvolvê-las (PLANAPO, 2013).

Para agravar o problema e ampliar o desafio, ainda predomina na educação profissional formal, o ensino a partir de concepções e organizações pedagógicas tradicionais, nas quais o corpo docente ainda tem como base o vínculo com os sistemas de produção agropecuária convencional, não havendo nenhuma abordagem sobre os conceitos, princípios e práticas agroecológicas.

Nos últimos anos, algumas iniciativas começaram a minimizar esse quadro. Diversos cursos de nível médio e superior têm orientado seus currículos e suas linhas pedagógicas para uma abordagem que considera os princípios da agroecologia e as técnicas adequadas aos sistemas orgânicos de produção e de base agroecológica (PLANAPO, 2013). Nesse contexto, os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia – IFE's, oferecem cursos de agroecologia em quase todos os estados brasileiros, ao passo que as universidades também têm disponibilizado cursos com esse enfoque à comunidade acadêmica.

Além dos cursos de formação profissional, um outro componente importante do conhecimento científico deve ser incentivado. Este componente é a pós-graduação, sendo necessário apoiar projetos e cursos cuja temática relacione-se à produção orgânica e de base agroecológica.

O Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) vem atuando desde 2010 no município de Lages, na Serra Catarinense, ofertando os cursos Técnicos em Agroecologia (vespertino), e Técnico em Biotecnologia (noturno), ambos com duração de 2 anos, visando levar qualificação, e mudança de paradigmas a comunidade com

novos olhares para os recursos naturais e a produção de alimentos. Esses cursos baseiam-se na difusão de conhecimentos que levem a evolução de sistemas de produção de base ecológica, como a produção agroecológica e consequentemente o uso de tecnologias sustentáveis e a conservação de recursos naturais e uma alimentação saudável da população serrana.

Cursos

Curso Técnico em Agroecologia

De forma mais específica o Técnico em Agroecologia busca atuar nos sistemas de produção agropecuária e extrativista com base em princípios agroecológicos e técnicas de sistemas orgânicos de produção. Esse profissional também é capacitado para desenvolver ações integradas, unindo a preservação e conservação dos recursos naturais à sustentabilidade social e econômica dos sistemas produtivos. Atua ainda na conservação do solo e da água e auxilia em ações integradas de agricultura familiar, considerando a sustentabilidade da pequena propriedade e os sistemas produtivos. Participa também, de ações de conservação e armazenamento de matéria-prima e de processamento e industrialização de produtos agroecológicos (IFSC, 2020).

São objetivos, para com a sociedade do Planalto Catarinense, do curso Técnico em Agroecologia:

- Capacitar o estudante a atuar com autonomia no manejo de sistemas produtivos seguindo princípios da Agroecologia, contribuindo para o desenvolvimento sustentável local e regional;
- Promover a capacidade crítica e reflexiva do estudante, de tal forma que analise e compreenda os processos biológicos, econômicos e sociais, e suas interações, nos diferentes agroecossistemas;
- Disponibilizar técnicas e instrumentos de comunicação para que o profissional seja capaz de interagir nos agroecossistemas rurais e urbanos;
- Disponibilizar conhecimentos necessários para que o estudante aplique e desenvolva métodos para o manejo ecológico de sistemas produtivos,

a conservação dos recursos naturais, a ampliação da biodiversidade nos agroecossistemas e a valorização dos saberes populares;

- Propiciar a compreensão e aplicação de conhecimentos da Tecnologia dos Alimentos no contexto da Agroecologia;
- Estimular a capacidade empreendedora e criativa do estudante de modo que fomente a produção e processamento de produtos agroecológicos;
- Capacitar o estudante para elaborar, implantar e gerenciar projetos baseados na Agroecologia;
- Estimular o estudante a atuar em equipes multidisciplinares que visem a construção de projetos de desenvolvimento baseado na Agroecologia.

No curso de Agroecologia os alunos aprendem aspectos relacionados à produção, processamento de comercialização de diferentes cadeias produtivas animal e vegetal. Dentro de cada uma, os estudos de boas práticas de manejo de pragas e doenças são estudados, baseando-se em princípios de sustentabilidade e autonomia das propriedades em utilizar princípios de manejo agroecológicos.

Além disso, duas disciplinas relacionadas a defesa vegetal são trabalhadas. A primeira é Sanidade Vegetal, com 40 horas, cujos conhecimentos são atrelados a identificação de organismos praga, doenças e plantas daninhas das principais culturas, e os respectivos manejos (biológico, cultural, comportamental, armadilhas, plantas-isca, legislativo e químico natural com uso de propriedades inseticidas de plantas). Na quarta fase, os alunos frequentam a disciplina de Tecnologias de Aplicação de Produtos Agrícolas, com 80 horas, no qual aprendem a diferença dos princípios ativos, mecanismos de ação, cálculo de dose de produto fitossanitário, tecnologias de aplicação, equipamentos, regulagem e calibração, segurança e bons cuidados de aplicação de defensivos (agrotóxicos) na agricultura e a importância do receituário agronômico.

O Técnico em Biotecnologia tem formação profissional em atividades laboratoriais, atuando com: manutenção de vidrarias, instrumentos e equipamentos; manipulação de reagentes químicos e materiais biológicos; e operacionalização e execução de técnicas de análises químicas, físico-químicas, microbiológicas, microscopia, histologia, biologia molecular e análises clínicas. O curso prepara o técnico em Biotecnologia para trabalhar, de forma colaborativa, na coleta, interpretação de dados e na elaboração de documentos (relatórios, laudos e projetos) relacionados a área da biotecnologia (IFSC, 2020).

De acordo com o catálogo nacional de cursos técnicos (2016), o campo profissional de atuação do técnico em biotecnologia é bem diverso e cita as seguintes instituições e áreas: Empresas, indústrias, agroindústrias, instituições de pesquisa, ensino e desenvolvimento em biociências e produtos biotecnológicos. Laboratórios de controle de qualidade de biomoléculas, de bioprocessos, de biologia molecular, de toxicologia, de biodiagnósticos e de análises clínicas. Bancos de materiais biológicos e de genes. Empresas de consultorias, assistência técnica, comercialização de insumos e equipamentos utilizados na área de biociências e biotecnologia. Indústrias alimentícias, de cosméticos, bebidas e farmacêutica. Laboratório de agropecuária e ambiental. Estações de monitoramento e tratamento biológicos da água. Escritórios de patentes biotecnológicas. Empreendimento próprio.

Curso Técnico em Biotecnologia

Os alunos do Técnico em Biotecnologia possuem formação teórica e prática em várias Unidades Curriculares (UC), relacionadas a segurança e conhecimentos ambientais, entre elas, as mais importantes são: Biotecnologia Agrícola; Biossegurança e Bioética; Análise de solo, Águas e efluentes; botânica e Toxicologia.

Em relação a Unidade Curricular de Biotecnologia Agrícola, os alunos estão vivenciando conhecimentos relacionados aos princípios biotecnológicos direcionados a agricultura. Nessa disciplina os futuros profissionais estudam aspectos relacionados às biofábricas de micro e macro-organismos de controle biológico e suas principais aplicações nas diversas lavouras do Brasil e do Mundo. Outros conhecimentos relacionados a contaminação dos solos, recursos hídricos, alimentos que podem ser erradicados pelo uso desses princípios mais sustentáveis de manejo. Os alunos também aprendem na prática com experimentos de produção, isolamento de microrganismos eficientes no manejo de insetos e doenças, muitas desses problemas fitossanitários de culturas da região da Serra Catarinense.

Na disciplina de Biossegurança e Bioética, apresentam os seguintes objetivos na formação dos estudantes: ética e biossegurança em pesquisa; legislações e regulamentações; siglas e sinalizações em biossegurança; análise de mapas de riscos; níveis de segurança biológica dos laboratórios; noções de legislação vigente a segurança no trabalho; conexões entre ética, ciência e cultura; conceitos fundamentais em Bioética: ética, moral e direito; Princípios em bioética: autonomia, beneficência, não maleficência e justiça; bioética e suas relações com o direito à

vida e o direito de morrer; bioética e suas articulações com sexualidade e gênero; bioética e suas implicações na saúde, alimentação, esporte e estilo de vida; impactos bioéticos dos avanços biotecnológicos: reprodução humana assistida, terapia com células-tronco embrionárias humanas, experimentação animal, clonagem e mapeamento genético. Esses conhecimentos relacionam-se muito com a agricultura também, no contexto dos malefícios causados pelo uso excessivo de agrotóxicos na agricultura tradicional.

A última disciplina relacionada a conhecimentos de cunho ambiental, é a de análise de solo, águas e efluentes. Nessa disciplina na formação dos estudantes, tem como objetivos: amostragem e coleta de solo; recepção e preparo de amostra de solo no laboratório; análises físicas dos solos; determinação de parâmetros químicos de solo e análises físicas e químicas da água e efluentes (PPC BIOTECNOLOGIA IFSC LAGES, 2017).

Ademais, o estudo da Botânica durante o curso Técnico em Biotecnologia permite que o aluno faça relações entre a fisiologia e anatomia dos vegetais, além de compreender as respostas fisiológicas dos organismos vegetais aos estímulos do ambiente, em especial ao clima e ao solo do planalto serrano. A biotecnologia vegetal vem contribuindo para o desenvolvido de técnicas capazes de modificar características dos vegetais, como quantidade de nutrientes, resistência a doenças e pragas, produtividade e conservação de espécies.

Quanto à Ecotoxicologia, os estudantes têm a oportunidade de compreender como ocorre a distribuição e a movimentação de contaminantes ambientais, além da caracterização da biotransformação e seu potencial toxicológico em diferentes níveis de organização, seja ele animal ou vegetal. Nesta unidade curricular são apresentados os efeitos adversos de produtos químicos selecionados sobre a totalidade do ecossistema, mediante a determinação dos riscos que os produtos representam, tanto para a saúde humana quanto para outros organismos, em especial os agrotóxicos.

Cursos de Formação Inicial e Continuada

Além dos cursos técnicos, o Campus Lages oferece cursos de Formação Inicial e Continuada (FIC"s), vinculados a Área de Agroecologia, dos quais destacam-se: Produção de Alimentos Orgânicos; Boas Práticas para Manipuladores de Alimentos; Pós-colheita de Frutas e Hortaliças; Produção de Uvas e Vinhos, Uso de Adubos Verdes na Agricultura Familiar, Produção de Mudas e Sementes de Hortaliças e

Viveirista de Plantas e Flores.

Curso de Especialização *Latu Sensu* em Agroecologia

No ano de 2017, o IFSC Campus Lages iniciou a oferta do curso de Especialização *Latu Sensu* em Agroecologia, cujo objetivo é formar Especialistas em Agroecologia com atitudes de sensibilidade, compromisso social, conhecimentos tecnológicos e científicos, atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas individuais, grupos sociais e comunitários.

O curso visa ainda, capacitar os educandos a absorverem e desenvolverem tecnologias, promover, orientar e administrar a utilização dos fatores de produção, visando racionalizar a produção vegetal e animal, sempre em harmonia com os ecossistemas, atendendo às demandas da sociedade, comprometidos com as propostas da agricultura familiar, do desenvolvimento local e potencializando o desenvolvimento da Agroecologia.

Outros cursos

Dentre os cursos vinculados ao Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego (PRONATEC) na área de agrícola e de Agroecologia ofertados pelo Campus Lages destacam-se: Agricultor Familiar e Agricultor Orgânico.

Projetos de pesquisas e extensão

Dentre os vários projetos executados, ou em execução, do IFSC Lages, que visam métodos ecologicamente corretos pode-se destacar o o Núcleo de Estudo em Agroecologia e Agrobiodiversidade do Planalto Catarinense – NEAAPlaC.

O NEAAPlaC é realizado em parceria do IFSC (Campus Lages) com a Universidade Federal de Santa Catarina (Campus Curitibanos), com a EPAGRI (estação experimental de Lages), com o IFSC (Campus Urupema) e com a Universidade do Estado de Santa Catarina (CAV-UDESC). Este projeto visa manter um espaço interdisciplinar e interinstitucional que agregue docentes, pesquisadores, estudantes, agricultores, colaboradores e visitantes, com a finalidade de integrar atividades de pesquisa

científica, extensão tecnológica e educação profissional, desta forma cooperando com o movimento de construção da Agroecologia e valorização, conservação e manejo da Agrobiodiversidade da Serra Catarinense.

O NEAAPlaC está ofertando cursos de qualificação profissional e formação inicial e continuada (FIC) para agricultores, agricultoras e técnicos extensionistas da região Serrana Catarinense, nas áreas de Agricultura Orgânica e Hotelaria, visando construir e socializar conhecimentos e práticas relacionados à Agroecologia e Agrobiodiversidade.

Outros projetos em andamento relacionados a formação ambiental e agroecológica.

- Sistema de Monitoramento Remoto de Microclima em Vinhedos desenvolvido pelo Campus Lages do Instituto Federal de Santa Catarina
- Isolamento de fungos endofíticos de goiaba serrana (*Acca sellowiana*) e determinação do potencial biotecnológico.
- Avaliação da atividade antioxidante e antimicrobiana do extrato e do óleo essencial de uvaia (*Eugenia pyriformis Cambess*).
- APPraga - Aplicativo para Auxílio no Manejo Agroecológico de Pragas (MEP).
- Produtividade e qualidade de alimentos cultivados em sistema agroecológico com uso de resíduos orgânicos do campus Lages.
- Quintais agroflorestais e sua difusão na região.

Considerações

Considerando a importância do Instituto Federal de Santa Catarina Campus lages, pode-se enfatizar a dedicação cada vez maior na oferta de formações, cursos, projetos de pesquisa e extensão com objetivos sustentáveis e voltados para a promoção de modelos agrícolas sustentáveis e a produção de alimentos seguros à população.

Referências

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

GLIESSMAM, S.R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2001. 653p

LEITE, D. L. **Em Busca de Sustentabilidade Agrícola: Tópicos em Educação Ambiental, Agroecologia, Agroecossistemas e Biodiversidade**. Documento 210. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007.

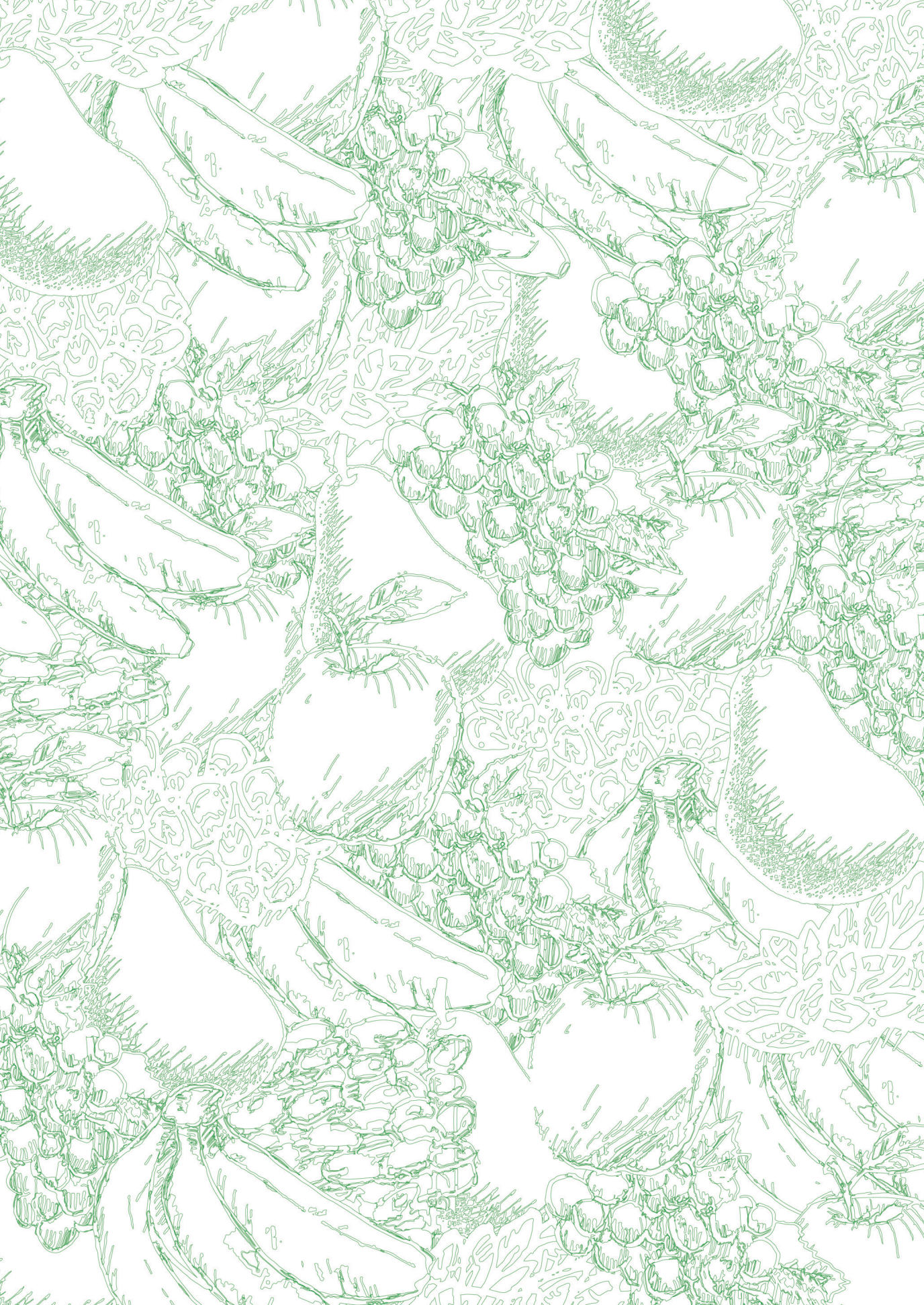
MINISTÉRIO DE MEIO AMBIENTE. **O PEAAF no Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica – PLANAPO**. Disponível em: https://www.mma.gov.br/informma/item/10207-o-peaaf-no-plano-nacional-de-agroecologia-e-produ%C3%A7%C3%A3o-org%C3%A2nica-planapo.html. Acesso em: 09 de março de 2020.

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Guia de cursos – Técnico em Biotecnologia Subsequente, Campus Lages**. Disponível em: https://www.ifsc.edu.br/curso-aberto/-/asset_publisher/nvqSsFwoxoh1/content/id/656058?p_r_p_564233524_categoryId=656034. Acesso em 09 de de maço de 2020.

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Guia de cursos – Técnico em Agroecologia Concomitante, Campus Lages**. Disponível em: https://www.ifsc.edu.br/curso-aberto/-/asset_publisher/nvqSsFwoxoh1/content/id/654744?p_r_p_564233524_categoryId=654708 Acesso em 09 de de maço de 2020.

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Projeto pedagógico de curso Técnico em Biotecnologia**. Câmpus Lages. 44p. 2017.

PLANO NACIONAL DE AGROECOLOGIA E PRODUÇÃO ORGÂNICA - PLANAPO. Brasília, DF: MDS; CIAPO, 93p. 2013.



SEÇÃO 4 – Proteção da sanidade vegetal e a conservação da biodiversidade

As plantas representam 80% dos alimentos que ingerimos e produzem 98% do oxigênio que respiramos. No entanto, as plantas estão sob ataque constante de pragas que destroem cerca 40% das safras de alimentos a cada ano, podendo deixar milhões de pessoas sem comida suficiente. Pragas de plantas também são um dos principais causadores da perda de biodiversidade (FAO AISV 2020).

Além de prejudicar o acesso suficiente aos alimentos, as pragas comprometem a renda das comunidades rurais, especialmente as mais pobres. Estima-se que a cada ano as pragas agrícolas sejam responsáveis por perdas no comércio agrícola mundial de mais de U$ 220 bilhões (FAO AISV 2020).

É preocupante ainda, o fato de que ao combater pragas, matamos polinizadores, inimigos naturais de pragas e organismos cruciais para um ambiente saudável. Os insetos benéficos são vitais para a sanidade das plantas, já que polinizam a maioria das plantas, mantêm as pragas sob controle, mantêm a saúde do solo, reciclam nutrientes e muito mais. No entanto, 80% da biomassa de insetos desapareceu nos últimos 25 a 30 anos (FAO AISV 2020).

Políticas que apoiem a proteção e promoção da biodiversidade são fundamentais para o alcance dos objetivos de desenvolvimento sustentável - ODS (ONU, 2015; 2020). A manutenção da biodiversidade é considerada chave para o abastecimento de alimentos, principalmente de populações mais vulneráveis e menor capacidade produtiva (PRESCOTT-ALLEN, 1990).

Diante disso, plantas saudáveis são cruciais para acabarmos com a fome no planeta, alcançarmos os objetivos de desenvolvimento sustentável, e garantimos a manutenção da biodiversidade. Desta forma pesquisas e políticas públicas para proteger a sanitade vegetal, proteger biodiversidade, encorajar o uso de métodos ecologicamente seguros, são fundamentais para o alcance da oferta de alimentos em quantidade e qualidade suficientes.

Neste capítulo, apresentamos algumas iniciativas de pesquisa voltadas para a proteção da sanidade vegetal e da biodiversidade. Sabemos que muitos outros relatos e projetos de pesquisa estão publicados em outras mídias, ou ainda em desenvolvimento. O objetivo deste capítulo não é esgotar o tema, mas sim incentivar mais pesquisadores e suas organizações para o desenvolvimento de ferramentas e estratégias de proteção da sanidade vegetal, bem como estimular os leitores a buscarem o tema em outras publicações.

Insetos polinizadores: a base para manutenção da biodiversidade e crescimento econômico

Autores

Joatan Machado da Rosa

Dahise Brilinger

Cristiano João Arioli

Sidia Witter

Caio Fábio Stoffel Efrom

Lenita Agostinetto

Resumo: Os insetos polinizadores desempenham um papel fundamental na manutenção da biodiversidade dos ecossistemas. Isso se deve a estreita relação que possuem com as plantas. Se essa associação, por algum motivo deixasse de existir, haveria uma situação de colapso nos sistemas ecológicos e na segurança alimentar na maioria dos países ao redor do mundo. Ao longo das últimas décadas, a preocupação em conservar e manter as espécies polinizadoras tem aumentado devido a redução das populações de abelhas e outros polinizadores e aos efeitos negativos atrelados a esse fenômeno. O objetivo deste capítulo é trazer informações sobre a importância dos polinizadores na manutenção dos ecossistemas, no aumento do rendimento das culturas e no desenvolvimento de estratégias para minimizar o problema da fome. Além disso são abordadas as principais causas do desaparecimento de polinizadores, a elaboração de projetos visando a conservação e o desenvolvimento de políticas para a proteção de polinizadores nativos e domesticados. O capítulo está dividido em seis tópicos principais. O primeiro tópico é introdutório e traz informações sobre a diversidade dos insetos polinizadores e sua importância. No segundo item é apresentado o valor econômico e social dos polinizadores. Já no terceiro tópico discute-se sobre a relevância dos polinizadores para a manutenção de pequenas propriedades, nutrição e segurança alimentar. No quarto item, fez-se um relato sobre os principais fatores envolvidos no desaparecimento dos polinizadores, os quais tem ocorrido nos últimos anos. Já no quinto item são apresentadas e sugeridas práticas amigáveis para promover a conservação dos polinizadores e para aumentar os serviços ecossistêmicos de polinização. E finalmente, no sexto item foram descritos projetos bem-sucedidos

e políticas públicas para a preservação dos polinizadores, tanto no Brasil quanto no exterior, bem como aspectos legais da legislação brasileira, no que diz respeito à proteção de polinizadores. Deste modo, a fim de atender demandas a respeito da temática, este capítulo serve como material instrucional para os diversos profissionais da área, professores, estudantes, pesquisadores e técnicos que zelam pela a harmonização entre os sistemas produtivos e os serviços ecossistêmicos prestados pelos polinizadores. Espera-se que esta seja uma excelente e proveitosa leitura a todos os interessados.

Insetos polinizadores

As interações planta-polinizador são relações mutualísticas que envolvem ganhos mútuos para ambos os grupos: os polinizadores coletam recursos alimentares (pólen e néctar) e suas atividades facilitam a polinização (GIANNINI et al., 2015a). Esse processo é considerado um serviço ecossistêmico fundamental para a reprodução de plantas, produção agrícola e a manutenção da biodiversidade no planeta (IPBES, 2016; ROUBIK, 2018).

A polinização é uma interação ecológica apontada como um serviço ecossistêmico regulatório, de provisão e cultural que fornece muitos benefícios aos seres humanos (IPBES, 2016; WOLOWSKI et al., 2019). Estes serviços incluem a manutenção e a variabilidade genética de populações de plantas nativas que sustentam a biodiversidade e as funções ecossistêmicas, fornecimento diversificado de frutos, sementes, mel, entre outros, e a promoção de valores culturais relacionados ao conhecimento tradicional (POTTS et al., 2016; IPBES, 2016; COSTANZA et al., 2017; WOLOWSKI et al., 2019).

Durante o processo de polinização, o grão de pólen da antera de uma flor (parte masculina da flor) é transferido para o estigma (parte feminina), sendo considerado precursor da fertilização sexual das plantas, o que resulta na produção de frutos e sementes (MICHENER, 2007; POTTS et al., 2016; ROUBIK, 2018). As plantas podem se autopolinizar, mas também pode ocorrer a polinização cruzada e neste caso, é necessária a presença de um agente polinizador (ROUBIK, 2018).

As flores podem ser polinizadas pela gravidade, pelo vento e água (polinização abiótica) ou por animais vetores (polinização biótica), sendo que a maioria das plantas cultivadas e silvestres do mundo depende desta última (OLLERTON et al., 2011; IPBES, 2016; POTTS et al., 2016; ROUBIK, 2018). A transferência inadequada ou insuficiente de pólen, ou a atividade limitada de polinizadores, conduz a uma

insuficiência de polinização das plantas cultivadas ou silvestres o que pode reduzir a quantidade e/ou a qualidade da produção de frutos e o seu rendimento econômico (VAISSIÈRE et al., 2011; IPBES, 2016). Assim, o manejo adequado de polinizadores pode ser uma alternativa para incrementar a produção agrícola e suprimir o déficit na polinização em plantas cultivadas (WOLOWSKI et al., 2019).

Ollerton et al. (2011) estimaram que 87,5% das angiospermas (plantas com flores) são polinizadas por animais e que esse percentual aumenta em média, de 78% nas comunidades da zona temperada para 94% nas comunidades tropicais. Apesar da importância da polinização, esse processo ainda é pouco monitorado e considerado entre as práticas agrícolas usuais, como o acompanhamento e avaliação de nutrientes do solo, de pragas, quantidade de fertilizantes entre outras (GARIBALDI et al., 2015; HÜNICKEN et al., 2020). Nos últimos 40 anos, pesquisas brasileiras vêm fortalecendo o papel dos polinizadores, especialmente das abelhas, na polinização, demonstrando a necessidade de se incorporar esse serviço ao sistema de produção das plantas (WOLOWSKI et al., 2019). De acordo com Roubik (2018), o gerenciamento da polinização deve ser prioritário, a fim de aumentar os rendimentos de sementes e frutos.

Os animais polinizadores são em sua grande maioria insetos, mas também podem ser algumas espécies de moluscos, aves, morcegos, outros mamíferos e lagartos (POTTS et al., 2016; ROUBIK, 2018; WOLOWSKI et al., 2019). As abelhas são o grupo de polinizadores mais importante, porque elas dependem das flores para alimentação durante todo seu ciclo de vida, visitam as flores regularmente e de forma consistente, apresentando constância floral muito alta (persistência em procurar flores de uma espécie) (KLEIN et al., 2007; ROUBIK, 2018). Esse sucesso se deve também à presença de diversas adaptações morfológicas adquiridas ao longo de milhares de anos de evolução, como a presença de pelos ramificados e estruturas especiais para coleta ou transporte de pólen, néctar ou outros recursos florais, o que reflete em um excelente trabalho de distribuição e/ou transferência de pólen entre as plantas (NEFF; SIMPSON 1993; SCHLINDWEIN, 1998; PERUQUETTI et al., 2017).

Na década passada já eram conhecidas em torno de 20 mil espécies de abelhas (ITIS, 2010), das quais 50 espécies são manejadas, ou seja, utilizadas pelo homem para os mais variados fins e, destas, em torno de 12 são comumente utilizadas na polinização das mais variadas culturas (POTTS et al., 2016). No Brasil, aproximadamente 48% do total de espécies identificadas como visitantes florais de cultivos vinculados à produção agrícola de alimentos, são abelhas (WOLOWSKI et al., 2019).

A espécie de polinizador mais amplamente utilizada no mundo para suplementar à polinização em áreas agrícolas é *Apis mellifera* (Hymenoptera:

Apidae). Isso ocorre devido ao fácil manejo, conhecimento da espécie, pela abundância e por seu perfil generalista na busca de recursos florais, interagindo com muitas espécies de plantas (ROSA et al., 2017; WOLOWSKI et al., 2019). Entretanto, a utilização desta espécie na polinização de culturas ocorre, principalmente, porque cada colônia, alojada em uma colmeia, pode ser transportada, disponibilizando em campo dezenas de milhares de forrageiras polinizadoras sob demanda (ROUBIK, 2018). Por outro lado, o fato de as abelhas melíferas apresentarem maior frequência de uso pelos apicultores na produção de mel e na agricultura como polinizadores, não quer dizer que o serviço de polinização realizado por esta espécie seja eficiente em qualquer cultivo. A atuação de *A. mellifera* como polinizador é inadequada ou ineficiente em várias culturas que demandam o manejo de polinizadores específicos para uma produção bem-sucedida (ROUBIK, 2018; WOLOWSKI et al., 2019).

Uma avaliação recente realizada no Brasil por Wolowski et al. (2019) mostra que *A. mellifera* (Apini) e as abelhas nativas sem ferrão (Meliponini) são dominantes como visitantes florais e polinizadores de cultivos relacionados à produção de alimentos. No mesmo estudo, os autores demonstram que *A. mellifera* está relacionada com 86 cultivos, sendo potencial polinizadora de 54, enquanto, o registro das abelhas sem ferrão como visitantes florais está associado a 107 cultivos e como polinizadoras de 52.

Além dos serviços de polinização, a exemplo de *A. mellifera*, as abelhas sem ferrão possuem grande importância socioeconômica, por fornecerem produtos e subprodutos bastante valorizados devido as suas potenciais características medicinais, tais como, mel, pólen, própolis e geoprópolis (NISHIO et al., 2014; SILVA et al., 2014; SILVA et al., 2015), que dão subsídios a pequenos agricultores familiares.

As abelhas melíferas e as abelhas sem ferrão possuem em comum o comportamento altamente social, que se caracteriza pela presença de colônias perenes (podem viver muitos anos), falta de uma fase solitária no ciclo de vida, e casta feminina diferenciada, ou seja, rainha, com função reprodutiva, e operárias que realizam todo o trabalho do ninho (MICHENER, 2007; HEARD, 2016). Uma característica marcante dos dois grupos de abelhas é a presença de uma modificação dilatada nas tíbias posteriores e com uma superfície externa côncava e margeada por uma franja de pelos, denominada corbícula, que ocorre somente nas fêmeas (com algumas exceções). Essa estrutura tem função de transporte de pólen e materiais para a construção do ninho (SILVEIRA et al., 2002; MICHENER, 2007).

Os Meliponini são encontrados principalmente em regiões tropicais do planeta e nas regiões subtropicais do hemisfério sul, exibindo maior riqueza de espécies nas regiões Neotropical e Indo-Malaia (CAMARGO; PEDRO, 1992; SILVEIRA et al., 2002).

No Brasil são registradas 244 espécies, com cerca de 89 formas não descritas, ocorrendo em todos os biomas do país (PEDRO, 2014). Estas abelhas constituem um grupo promissor no serviço de polinização na agricultura, devido as suas características como a alta diversidade de espécies (viabiliza a polinização de um grande número de plantas tropicais), a fidelidade às flores (visitam uma única espécie de planta em um único voo de forrageamento), domesticação (podem ser mantidas em colmeias racionais), ausência de ferrão funcional (facilita a instalação, manutenção e manejo das colmeias), colônias perenes (sobrevivem por longos anos, permitindo forrageamento contínuo), incapacidade de abandonar o ninho (as rainhas fecundadas não conseguem voar) e armazenamento de grande quantidade de alimento no ninho (possibilita a sobrevivência da colônia durante períodos de escassez) (VENTURIERI et al., 2012; ROUBIK, 2018b). Um exemplo é a abelha iraí (*Nannotrigona testaceicornis*), que se destaca por polinizar cerca de 39 espécies vegetais, podendo até visitar um número maior de espécies, dependendo do bioma que se encontre, o que demonstra um enorme potencial de polinização (BUENO et al., 2018).

Uma associação benéfica entre *A. mellifera* e abelhas sem ferrão, para polinização de macieira na Bahia, foi constatada por Viana et al. (2014). Os autores observaram que a produção de frutos e sementes da cultura foram maiores quando foi utilizada a polinização de *A. mellifera* (7 colmeias ha-1), simultaneamente com *Melipona quadrifasciata anthidioides* (12 colmeias ha-1).

Entretanto, em muitos casos a presença apenas de *A. mellifera* ou de abelhas sem ferrão não é suficiente para a polinização adequada e de qualidade dos cultivos (GARIBALDI et al. 2013). Polinizadores manejados e nativos possuem um papel significativo na polinização de culturas, mas suas contribuições relativas variam de acordo com o cultivo e a localização. O rendimento das culturas e/ou qualidade dependerá da abundância e diversidade de polinizadores, entretanto, a contribuição dos polinizadores nativos para a produção agrícola ainda é subvalorizada (IPBES, 2016).

Estudos mostram que muitas espécies de plantas nativas e cultivadas necessitam da polinização por outras espécies de abelhas, com características específicas não presentes nas abelhas altamente sociais, como *A. mellifera* e abelhas sem ferrão e alguns outros exemplos que serão citados a seguir.

Ressalta-se que embora a maioria das pessoas suponha que as abelhas vivem em colônias, produzem e armazenam mel (o que é verdade para os Apini e Meliponini), não mais que 10% de todas as espécies de abelhas são sociais, ou seja, a maioria não apresenta estas características descritas (ROUBIK, 2020). As abelhas exibem diferentes modos de vidas e graus de relações intraespecíficas e, podem apresentar comportamentos que variam desde espécies altamente sociais, que vivem em

colônias permanentes, até uma vida solitária. Entre estes extremos, existem diversas categorias que se diferenciam, principalmente, pelo grau de cooperação entre as fêmeas e pela presença ou não de uma rainha (MICHENER, 2007).

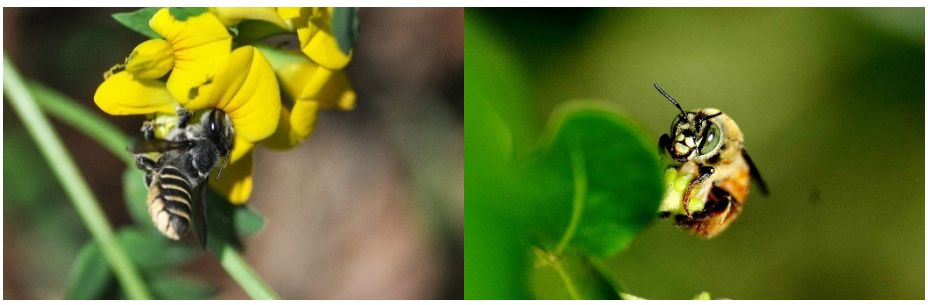
No comportamento solitário, a fêmea adulta coleta o pólen, néctar ou óleos florais, coloca esses alimentos nas células de cria, oviposita e fecha as células. Geralmente, a fêmea adulta morre antes do nascimento da sua prole, não entrando em contato com sua cria, ou seja, não há uma sobreposição entre as gerações. Quando as abelhas emergem da célula elas já são adultas, podem coletar seus próprios recursos e construir os seus ninhos (MICHENER, 2007; SILVA et al., 2014).

Um exemplo conhecido na literatura de abelhas solitárias que possuem importante papel na polinização de culturas é o caso de *Megachile rotundata* (Figura 1A) para polinização de alfafa e as abelhas do gênero *Osmia* para macieira, ambas da família Megachilidae, conhecidas popularmente por abelhas corta-folhas, porque usam pedaços de folhas de plantas para construção de seus ninhos. Estas duas espécies de abelhas já são criadas em ninhos artificiais para a polinização destas culturas (PITTS-SINGER; CANE, 2011; DELAPLANE; MAYER, 2000).

No Brasil, vários estudos mostram a importância de abelhas nativas como polinizadores efetivos de culturas agrícolas. Este é o caso da aceroleira (*Malpignia emarginata*), cujas flores são polinizadas por abelhas solitárias dos gêneros *Centris* (Figura 1B) e *Epicharis*, que coletam óleos produzidos pelas flores desses cultivos (OLIVEIRA et al., 2015). Uma particularidade de certas espécies de abelhas solitárias nativas foi observada por Krug et al. (2015) no cultivo de guaraná (*Paullinia cupana*). Segundo os autores, nesta cultura, as flores abrem antes do amanhecer e abelhas noturnas e crepusculares podem ser importantes polinizadores.

Figura 1 - (A) Abelha da família Megachilidae em flor de leguminosa, (B) Abelha do gênero *Centris* em flor de acerola.

(A) (B)



Fonte: Fotos, Fernando Dias

Como referido anteriormente, as abelhas apresentam comportamentos que variam desde espécies altamente sociais que vivem em colônias permanentes até uma vida solitária. Algumas espécies não constroem ninhos com muitos indivíduos ou divisão de castas bem definidas, mas também não são solitárias abandonando seus ninhos logo após a construção, é o que se observa nas abelhas do gênero *Xylocopa* (Figura 2A) (SILVA et al., 2014) que poliniza as flores de maracujá. O maracujazeiro (*Passiflora edulis*) é uma importante cultura no Brasil e a presença de abelhas de porte corporal grande é fundamental para formação de frutos e sementes, destacando-se as do gênero *Xylocopa* (CAMILO, 2003; YAMAMOTO et al., 2012). Estas abelhas são consideradas abelhas para-sociais, onde se observa sobreposição de geração, ou seja, uma fêmea funda seu ninho sozinho, constrói as células, efetua a postura dos ovos, ovos, fecha as células e permanece no ninho alimentando suas crias após o nascimento, e após um tempo ela morre. As novas abelhas que nascem procuram outros locais para a construção dos seus ninhos e uma das filhas pode permanecer no ninho da mãe e construir novas células para suas crias (SILVA et al., 2014).

No caso da castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa*), as flores são polinizadas por abelhas solitárias, mas também por espécies de *Bombus*, que apresentam uma fase de vida solitária e outra social (ROUBIK, 1989; MICHENER, 2007; MAUÉS et al., 2015). As mamangavas (*Bombus* sp.) são polinizadoras eficientes em culturas produzidas em estufas e culturas produzidas a céu aberto. Os agricultores se beneficiam da polinização por espécies de *Bombus* (Figura 2B), pelo menor custo de produção, aumento de produtividade e melhoria da qualidade dos frutos, servindo também como um estímulo para reduzir o uso de agrotóxicos e para a adoção de métodos de controle biológico (VELTHUIS; DOORN, 2006; COSTA-MAIA et al., 2010).

Figura 2 - (A) Abelha do gênero *Xylocopa* em flor de maracujá. (Foto: Sidia Witter), (B) Mamangava (*Bombus morio*) em flor de trevo (Foto: Fernando Dias).

(A) (B)



Fonte: Fotos, Fernando Dias

Uma relação interessante ocorre com as flores de tomate (*Solanum lycopersicum*), berinjela (*Solanum melongena*) e pimentão (*Capsicum annuum*) e o comportamento de certas espécies de abelhas. Nestas culturas as flores são polinizadas adequadamente por abelhas que possuem a capacidade de transmitir vibrações nas flores por meio da contração de musculatura torácica, liberando o pólen (NUNES-SILVA et al., 2010; 2013). Esse serviço é realizado por várias espécies de abelhas solitárias e abelhas do gênero *Bombus*, mas também por abelhas altamente sociais do gênero *Melipona* (Figura 3) (FARIA JÚNIOR et al., 2008; PATRICIO et al., 2012; NUNES-SILVA et al., 2010, 2013; LUCA; VALLEJO-MARÍN, 2013; SILVA-NETO et al., 2017).

Figura 3 - Mandaçaia (*Melipona quadrifasciata anthidioides*) em flores de tomate.



Fonte: Foto, Patrícia Nunes-Silva.

Abelhas nativas também são importantes na estabilidade e funcionamento de muitas redes alimentares terrestres, pois as plantas silvestres fornecem uma ampla gama de recursos, como alimentos e abrigo, para muitos outros invertebrados, mamíferos, aves entre outros (IPBES, 2016), alguns desses, em perigo de extinção. Um exemplo é a lobeira (*Solanum lycocarpum*), uma espécie de planta polinizada por abelhas nativas especializadas em vibrar as flores, cujos frutos são importantes na alimentação do lobo-guará (AMBONI, 2007; ALVES JUNIOR, 2017).

O Brasil possui o segundo maior número de espécies de abelhas entre todos os países, com 1909 espécies descritas atualmente (ASCHER; PICKERING, 2020). De acordo com Wolowski et al. (2019), nosso país possui uma grande riqueza de animais que fornecem os serviços de polinização. Esses autores também ressaltam que os visitantes florais somam 609 espécies de 25 ordens. Entretanto, é importante ressaltar que visitantes florais não necessariamente são polinizadores (RECH et al., 2014). Destas 609 espécies, apenas uma parcela é considerada polinizadora em 114 cultivos agrícolas (60%), compreendendo nove grupos de polinizadores (249 espécies). O

grupo mais representativo foram as abelhas com 66,3% das espécies de polinizadores. Os autores ainda referem que essa diversidade pode ser maior, pois muitos destes animais não estão identificados em nível de espécie (WOLOWSKI et al., 2019).

Um trabalho de revisão foi realizado por Giannini et al. (2015a) sobre as interações entre polinizadores e culturas agrícolas de importância para o Brasil, onde os polinizadores foram classificados em categorias: efetivos, ocasionais ou potenciais e, ainda, relacionando as espécies registradas somente como visitantes florais (sem referência à polinização). Os autores encontraram 250 polinizadores de culturas pertencentes às três categorias, e indicaram 168 como polinizadores efetivos de 75 culturas agrícolas, destacando as abelhas da família Apidae, principalmente as dos gêneros *Melipona, Xylocopa, Centris* e *Bombus* como os polinizadores mais eficientes das culturas agrícolas.

Recentemente, Giannini et al. (2019) analisaram novamente as interações entre abelhas e culturas agrícolas brasileiras na literatura. Nessa nova análise, os autores verificaram um registro maior de abelhas solitárias (56%) e as mais citadas foram dos gêneros *Epicharis, Centris* e *Xylocopa*, já as abelhas sociais compreenderam 44% dos registros, e as mais referidas foram dos gêneros *Trigona* e *Melipona*.

Apesar da grande diversidade de espécies de abelhas encontradas no território nacional, o uso das espécies nativas, principalmente as abelhas sem ferrão na polinização de plantas cultivadas e produção de mel, tem sido explorado abaixo de seu potencial (MOURE et al., 2007; JAFFÉ et al., 2015). Este fato é sustentado pela falta de conhecimentos disponibilizados sobre estes polinizadores, como a efetividade das abelhas e a densidade de colônias necessária para a otimização da polinização e, consequentemente, da produtividade de muitos cultivos (WITTER et al., 2014).

No sul do Brasil, produtores de maçã observaram que no período de floração, as abelhas nativas são frequentemente encontradas, e 95% dos fruticultores e técnicos entrevistados consideram as abelhas nativas como importantes agentes polinizadores (ROSA et al., 2018). Os serviços prestados pelas abelhas nativas podem ser potencializados se houver uma alta porcentagem de habitat natural ou seminatural circundante aos pomares, garantindo níveis mais altos de biodiversidade (HENSELEK et al., 2016; NUNES-SILVA et al., 2020).

De modo geral, é preciso avaliar os requisitos de polinização de qualquer planta de interesse agrícola antes de seu cultivo (ROUBIK, 2018). O mesmo autor sugere considerar como pré-requisitos: as espécies de polinizadores nativos e seu alcance de forrageamento, a atratividade das flores da cultura, a utilização de agrotóxicos na área, o tamanho total da área e a sua distância até o habitat natural dos polinizadores. Também é fundamental informação sobre a biologia de nidificação, que serve de apoio às técnicas de manejo, aumentar a polinização

das culturas e incentivar os agricultores a incorporar estas práticas nos sistemas agrícolas (GIANNINI et al., 2019).

O valor dos serviços de polinização

Recentemente, se verifica um grande empenho em quantificar os benefícios econômicos da polinização como um serviço ecossistêmico, elucidar as implicações do declínio de polinizadores para fornecimento deste serviço e avaliar os impactos econômicos e sociais (BAUER; WING, 2016). Uma análise na literatura realizada por Porto *et al*. (2020), mostra que os valores globais do serviço de polinização agrícola, ajustados pela inflação de março de 2020, variaram de US$ 195 bilhões a aproximadamente US$ 387 bilhões anualmente, expressando uma tendência de aumento ao longo do tempo para as principais culturas produzidas mundialmente.

Os serviços de polinização contribuem para a subsistência da produção agrícola que alimenta milhões de pessoas em todo o mundo e, portanto, um declínio considerável nas populações de polinizadores poderia ameaçar a produção de alimentos (IPBES, 2016). A garantia deste serviço ecossistêmico bem como a sua importância, depende da disponibilização de conhecimentos sobre polinização e a relação entre polinizadores e a produção agrícola (WOLOWSKI et al., 2019). De acordo com os mesmos autores, estes conhecimentos podem fornecer subsídios para o estabelecimento de políticas voltadas ao manejo adequado de plantas cultivadas e silvestres e à conservação dos animais polinizadores associados. Assim, é possível evidenciar a importância e assegurar o serviço de polinização, apesar de ainda haver muitas lacunas sobre este importante serviço ecossistêmico no Brasil. Uma estratégia para quantificar os impactos desse serviço ecossistêmico, crítico na produção de alimentos, na segurança alimentar, na economia global, e na orientação de ações políticas é a viabilização de informações sobre a avaliação econômica dos serviços de polinização de culturas (PORTO et al., 2020).

Atualmente a agricultura moderna é duas vezes mais dependente dos polinizadores quando comparada há cinco décadas (POTTS et al., 2016). Em média a produção de culturas dependentes de polinizadores tem se expandido mais rapidamente e demanda mais serviços de polinização em concomitância com o declínio das populações de polinizadores (AIZEN et al., 2009). Pelo aumento estimado na produção de alimentos mundial e a ausência dos insetos polinizadores nessa nova condição, resultaria na necessidade de cultivar mais áreas agrícolas o que, segundo Aizen et al. (2009), é uma tendência que será mais evidenciada nos países em desenvolvimento.

Os países de regiões tropicais serão chamados para atender à crescente demanda mundial por produtos agrícolas, impondo desafios ambientais devido à conversão de habitats naturais em áreas de cultivo e pastagens (GIBBS et al., 2010). A conversão de terras para agricultura leva a uma redução dos recursos ambientais, áreas naturais e seminaturais no entorno das paisagens agrícolas, diminuindo a abundância e a riqueza de espécies de polinizadores nativos (ROUBIK, 2018). Para o mesmo autor, essa conversão isola cada vez mais as culturas dos polinizadores nativos e agrava déficits de polinização.

Um declínio das populações de polinizadores já foi constatado (CAMERON et al., 2016; JACOBSON et al., 2018) o que pode impactar o fornecimento dos serviços ecossistêmicos de polinização. No Brasil, a falta de monitoramento de polinizadores em longo prazo dificulta a avaliação da manutenção de suas populações, embora o declínio, por questões climáticas, já tenha sido previsto em estudos de modelagem (GIANNINI et al., 2017) e detectado como consequência da alteração de habitats.

Levando em conta a produção agrícola brasileira de 2012, Giannini et al. (2015b) estimaram o valor econômico da polinização para 44 culturas, que apresentam ganhos variados com a polinização animal, em aproximadamente 30% da produção total, ou seja, um valor anual de US$ 12 bilhões. Das espécies de plantas cultivadas no país mais de 60% são dependentes ou apresentam algum benefício da polinização (GIANNINI et al., 2015b), realizada principalmente por 250 espécies de abelhas (GIANNINI et al., 2015a).

Os serviços realizados pelos polinizadores influenciam os cultivos agrícolas, podendo elevar a produção em até 500%, dependendo das condições de cultivo, da espécie e variedade (JONG; MESSAGE, 2008). Além disso, conforme os autores, esse serviço não afeta somente a quantidade produzida, mas também aspectos qualitativos, como por exemplo: a qualidade dos frutos, a uniformidade das plantas, encurtamento do ciclo de culturas, quantidade de substâncias nas sementes, entre outros.

Diversas culturas comerciais como café, cacau, amêndoas e frutíferas são polinizadas por animais (KLEIN et al., 2007). Nesse cenário, os benefícios da polinização na rentabilidade e produtividade de cada cultura tornam-se importantes na manutenção do emprego e renda para milhões de pessoas envolvidas na atividade agrícola. Além disso, gera divisas fundamentais para a economia dos países. No Brasil, por exemplo, culturas extremamente dependentes da polinização, como maracujá, maçã, acerola, melão, melancia, pepino e cacau são responsáveis por cerca de R$ 20,46 bilhões em exportações (FREITAS; IMPERATRIZ-FONSECA, 2005; GIANINI et al., 2015b).

Na soja, uma planta cleistogâmica, autopolinizável, com baixas taxas de polinização cruzada, se espera que não haja dependência por polinização entomófila

(GAZZONI, 2017). Entretanto, a presença de polinizadores, especialmente as abelhas, em ambiente de campo aberto ou em gaiolas, pode promover aumentos consideráveis na produtividade (Figura 4) (MILFONT, 2013; BLETTLER et al., 2018).

Estudos indicam que a soja apresenta uma dependência modesta de polinizadores, mas estes resultados continuam controversos porque a dependência dos polinizadores pode variar entre as variedades de plantas cultivadas no Brasil (WITTER, 2012; GIANNINI et al., 2015a; ROUBIK, 2018). No entanto, persiste na literatura uma discussão sobre a contribuição dos polinizadores para aumentar a qualidade e rendimento de sementes de soja (GAZZONI, 2017). Considerando a importância dessas commodities para o país, resta destacar o quanto, uma pequena melhoria na polinização, decorrente da presença de insetos polinizadores poderia agregar economicamente ao país e, consequentemente, na renda dos agricultores (GIANNINI et al., 2015b). Outra questão apontada por Gazzoni (2017) sobre a importância da polinização entomófila na soja é a necessidade de estudos específicos para definir as estratégias mais adequadas para minimizar o impacto negativo de medidas de controle de pragas com inseticidas sintéticos, sobre polinizadores.

Figura 4 - *Apis mellifera* na soja.



Fonte: Foto, Fernando Kluwe Dias.

No Brasil, o serviço de polinização realizado pelas abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) é utilizado em larga escala em culturas economicamente importantes, como maçã, pêssego, ameixa, nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul; laranja no estado de São Paulo e melão nos estados do Ceará e Rio Grande do Norte (GONÇALVES, 2012). Na produção de melão, as abelhas colaboram diretamente com o aumento da

produção de frutos (KIILL et al., 2015). Na maçã, além da produção, temos também a garantia de melhoria na qualidade dos frutos (SALOMÉ, 2014; NUNES-SILVA et al., 2020).

O estado de Santa Catarina se destaca na produção de frutíferas como a maçã e o pêssego na microrregião de Campos de Lages e de Joaçaba; o maracujá na microrregião de Araranguá; citros nas microrregiões de Chapecó, Concórdia e São Miguel do Oeste; e o morango na microrregião dos Campos de Lages (EPAGRI, 2016), as quais são culturas dependentes da polinização. De acordo com estudos realizados por Goulart Junior et al. (2017), o maracujá é a quarta fruta mais representativa em termos econômicos em Santa Catarina, com mais de R$ 25,5 milhões de valor bruto. Nesse cultivo, as abelhas mamangavas dos gêneros *Xylocopa* e *Bombus* são consideradas polinizadores efetivos (YAMAMOTO et al., 2010). A importância das mamangavas foi estudada por Malerbo-Souza e Ribeiro (2010) os quais verificaram que botões florais de maracujazeiro abortaram quando não houve a presença destes polinizadores. A polinização artificial ou manual pode ser uma alternativa para esta cultura, mas, esta atividade implica em custos de até 15% do total da produção de maracujás (VIEIRA et al., 2010).

Nas regiões serranas, o cultivo da macieira é exemplo clássico da presença indispensável de polinizadores (Figura 5). A dependência por abelhas para a polinização das flores de macieira e desenvolvimento dos frutos pode chegar a 100% (LOSEY; VAUGHAN, 2006; ARIOLI et al., 2015). Segundo Salomé, (2014), a polinização efetiva de flores de macieiras não resulta apenas em aumento na produtividade, mas também na qualidade. Uma vez que, os frutos com deficiência de polinização apresentam formato irregular e reduzido valor de mercado (ABROL, 2012; NUNES-SILVA et al., 2020).

Figura 5 - Colmeias de *A. mellifera* instaladas em pomar de macieira durante o período de floração



Fonte: Foto, Cristiano J. Arioli.

Como parte do esforço para lidar com o desafio de incrementar o rendimento das culturas através da polinização, há uma necessidade primordial de entender as percepções dos produtores em relação ao conhecimento e gerenciamento da polinização das culturas.

Em estudos realizados nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, com objetivo de conhecer os sistemas de polinização dirigida em pomares de macieira, observou-se que em média 95% dos agricultores utilizam o serviço de aluguel de colmeias no período de florescimento da cultura (ROSA et al., 2018). Contudo, levando-se em conta as mudanças decorrentes da implantação de novos pomares, com o aumento da densidade de plantas e, consequentemente do número de flores a serem polinizadas por hectare, bem como a manutenção das práticas de polinização adotadas há décadas, considera-se que o atual sistema de polinização utilizado em pomares de maçãs é deficitário (SALOMÉ, 2014; ROSA et al., 2018).

Estima-se que em Santa Catarina, são alugadas de 45 a 50 mil colmeias por florada (FREITAS; IMPERATRIZ-FONSECA, 2005). A um custo médio em torno de R$ 57,00/unidade (ROSA et al., 2018), o qual gera aos apicultores aproximadamente três milhões de reais/ano. Já no Rio Grande do Sul, estima-se que há o recebimento de aproximadamente 15,5 mil colmeias/ano para a polinização dos pomares (APACAME, 2014), resultando aos apicultores uma renda anual de aproximadamente R$ 900 mil. Esses resultados evidenciam que o aluguel de colmeias é uma atividade rentável. Além disso, Salomé (2014) recomenda, para a cultura da macieira, um aumento de pelo menos 100% no número de colmeias para cada hectare (passando de três para seis colmeias no período de floração), o que aumentaria a produção de frutas e a rentabilidade dos apicultores de forma circunstancial.

O panorama descrito acima revela que existe uma grande relação entre polinizadores, produção agrícola, emprego e renda. Sabe-se que os índices de produtividade podem ser melhorados com a utilização dos serviços de polinização gerenciados. Em concordância com isso, o sucesso dessa parceria garante que os estabelecimentos agrícolas progridam e continuem a oferecer oportunidades de emprego para trabalhadores rurais, os quais são parte importante para o desenvolvimento da economia brasileira.

Valorização do polinizador como estratégia natural para aumentar a produção de alimentos e minimizar o problema da fome

Frequentemente são apontados os benefícios diretos dos polinizadores relacionados ao aumento do rendimento de culturas agrícolas e preservação da flora nativa. Entretanto, é necessário ressaltar que esse grupo possui grande relevância para a segurança alimentar e nutricional humana. Não obstante, trazem uma contribuição social a grupos específicos como apicultores e agricultores familiares que utilizam os produtos apícolas para subsistência e/ou complementação da sua renda.

A agricultura familiar representa aproximadamente 77% dos estabelecimentos rurais no Brasil, abrigando 67% do pessoal ocupado no campo (IBGE, 2017). A área ocupada por esses estabelecimentos é de 80,89 milhões de hectares, correspondendo a 23% da área total ocupada por estabelecimentos rurais (IBGE, 2017). Nesse cenário, as abelhas ajudam a garantir a segurança dos meios de subsistência e amenizar a pobreza entre as comunidades rurais por intermédio de práticas de criação e da apicultura, as quais são importantes meios de diversificação e complementaridade de renda. Na maioria das vezes, essas atividades não necessitam da propriedade da terra ou aluguel, proporcionam flexibilidade no tempo e localização das atividades, vinculam a cultura e as tradições, produzem nutrição familiar e benefícios medicinais (HILMI et al., 2011; POTTS et al., 2016).

A apicultura e meliponicultura apresentam-se como alternativas sustentáveis de renda ao agricultor, permitindo a melhoria da qualidade de vida dos produtores sem impactos ao meio ambiente. Além da participação direta na produtividade das culturas, a produção brasileira do principal subproduto, “o mel”, gera lucros próximos a US$ 82 milhões (FAO, 2017).

O país conta com uma produção de aproximadamente 42,3 mil toneladas/ano e valor de produção de R$ 502,84 milhões. A região Sul é responsável por 38,9% do total produzido, e a região Nordeste, 33,6% (IBGE, 2018). Em 2019, o Brasil exportou 30 mil toneladas de mel natural, com valor de US$ 68,3 milhões. Em 2020, as exportações subiram 35,7%, em comparação ao primeiro semestre de 2019. Além de possuir qualidades nutricionais amplamente divulgadas, o mel contém agentes antibacterianos e antifúngicos. Ademais, pode ser utilizado na indústria de cosméticos (JULL et al., 2015).

Em relação aos alimentos de primeira necessidade, geralmente produzidos pela agricultura familiar, as verduras e frutas lideram as categorias de alimento que necessitam de insetos para polinização, seguidas pelas culturas oleaginosas, amêndoas e especiarias (IMPERATRIZ-FONSECA et al., 2012). Além disso, as culturas

que dependem da polinização são as principais fontes de vitaminas A e C, cálcio, flúor e ácido fólico para a nutrição humana (POTTS et al., 2016). Nesse contexto, a polinização também é importante para evitar o aumento substancial da taxa global de doenças e desnutrição (SMITH et al., 2015; POTTS et al., 2016). Embora haja pouca

documentação sobre a associação da preservação dos polinizadores e o combate à pobreza, é possível observar uma relação convergente, uma vez que os polinizadores asseguram a manutenção da biodiversidade de espécies, e concomitantemente auxiliam na diversificação alimentar e na complementação de renda.

Principais fatores envolvidos no desaparecimento de polinizadores

A drástica redução no número de colônias de *A. mellifera* observada nos últimos tempos em diversos países alertou sobre a importância dos polinizadores e tem preocupando apicultores, agricultores e pesquisadores, levando uma necessidade de se ampliar as informações sobre o tema.

Tal fato não afeta apenas a produção de mel, mas também vários setores da economia mundial. Somente no continente europeu, entre 1985 e 2005, houve uma significativa redução no número de apicultores (aproximadamente 31,4%) (POTTS et al., 2010). Já entre 2005 e 2010, o número requerido de colmeias para polinização cresceu cinco vezes mais rápido que a existência destes polinizadores, o que fez com que mais de 90% da demanda não tenha sido atendida em mais de 22 países da União Europeia (BREEZE et al., 2014).

Ao longo da história, são inúmeros os relatos do desaparecimento de colônias de abelhas. Descrições das perdas já foram relatadas nos anos de 1880, 1920 e 1960. Esses desaparecimentos foram conhecidos como Mal de Outono, Colapso de Outono, Doença de Maio e Doença do Desaparecimento, com descrições semelhantes ao que hoje pesquisadores denominam Transtorno do Colapso das Colônias (CCD, Colony Collapse Disorder) (PAREJA et al., 2011), porém sem a magnitude e velocidade dos acontecimentos mais recentes.

O fenômeno conhecido como CCD é identificado pela presença, de um conjunto de características, entre as quais se incluem: ausência de abelhas mortas dentro ou próximo à colmeia; presença abundante de crias e alimento (mel e pólen) e reduzido número de abelhas adultas no ninho (OLDROYD, 2007). Além dessas, também são observadas a diminuição repentina da população de abelhas adultas e a presença de pequenos aglomerados de abelhas jovens nas colmeias, muitas vezes com a presença da rainha. Colmeias com CCD não apresentam evidências do ataque de traça da cera

Galleria mellonella (Linnaeus) (Lepidoptera: Pyralidae) e mesmo de saque do

alimento que restou na colmeia por outras abelhas (VAN ENGELSDORP et al., 2007, 2008, 2009, 2010).

O CCD foi identificado pela primeira vez em 2006 na Califórnia (EUA), onde somente entre 2007 e 2008 foram perdidas aproximadamente um milhão de colônias de *A. mellifera*. Entre 2009 e 2010 foi levantado, na Europa, a porcentagem de colmeias perdidas ao final de cada inverno por este fenômeno, onde os dados variaram de 7 a 30% de perdas (VAN DER ZEE et al., 2012). Segundo esses autores, a perda também foi expressiva em outras nações, como Canadá, China, Israel e Turquia.

No Brasil, até o início dos anos 2000, não haviam registros na literatura sobre a perda/desaparecimento de colônias de *A. mellifera*. Porém, a partir de 2007, foi possível constatar o uso de termos como "declínio" e "colapsos" de colônias no país, procurando-se estabelecer semelhanças com o fenômeno da CCD identificado nos Estados Unidos e na Europa.

Atualmente já se tem conhecimento de vários casos de mortalidade e desaparecimento de colmeias de *A. mellifera* nos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Piauí, Minas Gerais e São Paulo (JONG; MESSAGE, 2008; MALASPINA et al., 2008; GONÇALVES, 2012, PIRES et al., 2016). Em Santa Catarina, as perdas de colmeias sempre estiveram abaixo de 10%, índice considerado normal pelos apicultores. No entanto, a partir dos primeiros registros no Brasil, os casos de desaparecimento e mortalidade em diferentes regiões do Estado (Planalto Serrano, Sul, Extremo Oeste, Meio Oeste) passaram a ser cada vez mais frequentes (GONÇALVES, 2012).

Em estudo desenvolvido com 110 produtores de maçã no sul do Brasil, aproximadamente 50% dos entrevistados observaram mortalidade de colônias de *A. mellifera* em diferentes proporções durante o período de polinização. Apesar disso, a média geral de perdas não ultrapassou 11% entre todos os estabelecimentos avaliados (ROSA et al., 2018). No estudo foram contabilizadas apenas as mortes de colônias que ocorriam especificamente durante o período de polinização da cultura. Por outro lado, os apicultores que prestam o serviço de polinização dirigida na cultura da macieira, afirmam que o declínio mais acentuado dos enxames ocorre no período pós-floração, quando estes retornam dos pomares para o apiário fixo (ARIOLI et al. (2015).

Em relação às abelhas sem ferrão, de acordo com Caesar (2020), uma síndrome de ocorrência anual tem sido relatada por meliponicultores no sul do Brasil, que difere da CCD, uma vez que são encontrados indivíduos mortos nas proximidades ou até dentro das colônias. Indivíduos de colônias afetadas podem também apresentar um comportamento alterado como tremores, incapacidade de

voo, reflexo da probóscide e, o colapso da colônia ocorre devido à falta de operárias para a manutenção e proteção, de modo que a colônia acaba, por fim, sendo invadida por parasitas.

Assim como sugerido para o declínio das populações globais de abelhas e mesmo para a CCD, estudos apontam que a síndrome anual das mandaçaias é resultado da combinação de efeitos subletais de múltiplos fatores, como a genética da colônia, competição por recursos, exposição a patógenos e agroquímicos. Já na região norte do país, no estado da Paraíba, vários meliponicultores têm relatado baixa produtividade da meliponicultura, alegando que este fato pode estar associado à alta mortalidade das abelhas, devidos a causas ainda desconhecidas (ARAÚJO et al., 2013). No Rio Grande do Norte foi observado que entre os anos de 2012 e 2013, houve uma perda de 67,14% de enxames de abelhas sem ferrão naquela área (ARAÚJO et al., 2013).

Numa investigação preliminar no Brasil, foi registrada a ocorrência de intoxicação por alguma substância, possivelmente agrotóxico (PINTO; MIGUEL, 2008). Especialistas no assunto afirmam serem casos isolados e em menor escala, quando comparado aos colapsos de colmeias que acontecem nos EUA e na Europa. Este fato, possivelmente está ligado à procedência das abelhas brasileiras (cruzamentos entre abelhas europeias *Apis mellifera mellifera, A. mellifera ligustica, A. mellifera caucasica, A. mellifera carnica* com *Apis mellifera scutelata* (Africana). Estas últimas, além de serem produtivas, são mais resistentes que as abelhas de origem europeia (GUZMAN-NOVOA et al., 1999; HAMIDUZZAMAN et al., 2014).

Várias explicações para as perdas de colmeias de abelhas têm sido propostas. Entre as principais causas estão relacionadas à presença de doenças e parasitas; manejo inadequado das colmeias em relação à gestão do estresse; condição nutricional deficiente pelo aumento das áreas em monocultivo e intoxicação decorrente do contato com toxinas presentes no ambiente e de agrotóxicos aplicados nas colmeias (acaricidas) e nas lavouras (acaricidas, herbicidas, fungicidas e inseticidas); exposição a fontes de água limitadas ou contaminadas; falta de sombreamento em regiões de climas quentes (OLDROYD, 2007; VAN ENGELSDORP et al., 2009; PETTIS, 2013; CORNMANN, et al., 2012; PIRES et al., 2016). A seguir, serão abordadas e discutidas algumas das principais hipóteses levantadas para o desaparecimento de abelhas nos ecossistemas agrícolas e naturais.

Fragmentação ambiental e ocupação humana

A modificação da paisagem natural pelo efeito do desmatamento é uma das ameaças mais expressivas, sendo considerado o fator mais importante no desaparecimento de polinizadores (GARIBALDI et al., 2015; ROSA et al., 2019).

A mudança no uso da terra, tanto para obras de infraestrutura quanto de urbanização ou agricultura (inclusive o manejo florestal) resulta em dois processos frequentemente inter-relacionados, ou seja, perda e fragmentação de *habitats* e isso influencia na densidade e movimento de polinizadores, bem como, na disponibilidade de plantas (HADLEY; BETTS, 2011; WOLOWSKI et al., 2019). A intensificação agrícola, por exemplo, aumentou consideravelmente nas últimas décadas, superando as taxas de expansão agrícola e foi responsável pela maior parte dos aumentos nos rendimentos das culturas (FOLEY et al., 2011). Segundo Garibaldi et al. (2011), a demanda por um maior rendimento das culturas agrícolas foi obtida não só pela expansão da área cultivada, mas também pela inovação genética, aumento de insumos externos e novas práticas agrícolas. Para Foley et al. (2011), estas práticas provocam impactos ambientais, pois quando as terras cultivadas e as pastagens ocupam novas áreas, acabam por substituir os ecossistemas naturais. Além disso, de acordo com os mesmos autores, ainda existem outros fatores, com destaque para os impactos decorrentes de práticas agrícolas como a irrigação, o uso de fertilizantes e agrotóxicos, além da mecanização que são empregadas com o intuito de obter cultivos mais produtivos, entretanto, nem sempre o são.

Nestas condições de agricultura, como os polinizadores podem obter os recursos para sua sobrevivência nas áreas de cultivos e prestar os importantes serviços ecossistêmicos de polinização? Os polinizadores dependem de diferentes condições, que disponibilizem recursos alimentares (néctar, pólen, óleos e água), para as funções reprodutivas (fragrâncias) e para construção dos ninhos (resinas, barro) (AGOSTINI et al., 2014; SANTOS et al., 2014) e, estas condições podem ser encontradas nos cultivos que os polinizadores visitam, mas, principalmente, na paisagem natural do entorno.

Com a modificação da paisagem pela agricultura as abelhas que fazem o forrageamento à procura de recursos, muitas vezes precisam se deslocar por maiores distâncias para suprir as necessidades das colônias, aumentando risco por predadores e o gasto energético para realização desse serviço. Outro fator negativo, relacionado à degradação ambiental, se deve à redução de sítios para nidificação (MARCO JR.; COELHO, 2004; BROW; OLIVEIRA, 2013). De acordo Umetsu *et al*. (2008) a matriz de ambientes alterados é homogênea e inóspita.

Os requerimentos para nidificação variam entre as espécies de polinizadores e muitas espécies de abelhas nidificam no solo, barranco, troncos de árvores, entre outros (MICHENER, 2007). Para as abelhas de ninhos subterrâneos a aragem

constante da terra, a compactação do solo, a retirada de barrancos e o acúmulo de agrotóxicos no solo podem prejudicar o processo de nidificação ou causar a morte das abelhas (SANTOS et al., 2014). Já com relação aos sítios para construção de ninhos, nas abelhas sem ferrão, o desmatamento afeta diretamente as suas populações, através da derrubada de árvores que estas abelhas utilizam como substratos de nidificação (ELTZ et al., 2013), o que também terá consequências para algumas espécies de abelhas solitárias, que nidificam em cavidades menores (SANTOS et al., 2014).

Estudos indicam que as populações de abelhas do gênero *Melipona* apresentam uma sensibilidade maior a urbanização e redução da matriz vegetal nativa e, sua diversidade e distribuição estão diretamente relacionadas à necessidade de fragmentos com um tamanho mínimo de área com vegetação preservada (PIOKER-HARA et al., 2014). Um exemplo é *Melipona bicolor schencki* que se encontra ameaçada no Rio Grande do Sul (FUNDAÇÃO ZOOBOTÂNICA, 2020), sendo a causa mais provável o desmatamento associado à expansão de plantações de Pinus para a produção de papel (FREITAS et al., 2009). Essa espécie de Meliponini nidifica em árvores com grandes diâmetros, necessitando de áreas naturais preservadas para sua sobrevivência (LOPES, 2012).

Estudos mostram que apesar da importância dos polinizadores silvestres para potencializar a qualidade e quantidade econômica de diversas culturas agrícolas, suas populações são frequentemente escassas demais para prestação deste serviço ecossistêmico em ambientes de agricultura intensiva (KLEIN et al., 2007). Para que estes serviços estejam disponíveis nos cultivos são necessárias fontes de polinizadores e condições favoráveis para que eles permaneçam nas áreas de entorno das culturas (MAUÉS, 2014).

O agricultor pode se beneficiar dos serviços ecossistêmicos de polinização, mas suas culturas devem ser implantadas em paisagens que sejam amigáveis aos polinizadores, ou seja, que disponibilize os recursos necessários para sua conservação nos agroecossistemas. Neste sentido, mudanças não planejadas no padrão da paisagem podem reduzir a produtividade de culturas dependentes de polinizadores (VIANNA et al., 2012). As ações de desmatamento podem ter sérias consequências, não só para a produção agrícola, mas também na reprodução de plantas nativas.

Com a degradação dos habitats naturais, a ausência de um grupo particular de polinizadores pode ocasionar uma falha reprodutiva, que em última instância, leva à exclusão de plantas dependentes do serviço de polinização das comunidades naturais (NEFF; SIMPSON 1993).

Outra questão a ser considerada na relação agricultura e polinizadores é a prática de retirada de plantas ruderais do entorno de áreas agrícolas, o que pode comprometer a permanência de polinizadores nos cultivos. Exemplos são a lobeira (*Solanum lycocarpum*) e o juá (*Solanum palinacanthum*), fontes de recursos alimentares para abelhas do gênero *Xylocopa*, polinizador do maracujá (SILVA et al., 2014). Esta rede de interações benéficas entre abelhas *Xylocopa* e lobeira não beneficia somente a cultura do maracujá, pela permanência do polinizador próximo da cultura, mas também o lobo-guará que utiliza os frutos silvestres desta planta ruderal, agindo como vermífugo nestes animais (AMBONI, 2007).

Atualmente o grande desafio para conservação dos polinizadores e dos serviços de polinização requer conscientização em todos os níveis, desde as crianças até os políticos, sendo que estes têm o poder de mudar e aprimorar leis (SANTOS et al., 2014).

O uso de agrotóxicos e a saúde dos polinizadores

Nas últimas décadas, o impacto dos agrotóxicos sobre os polinizadores vinha sendo negligenciado, principalmente em áreas cultivadas, sendo a literatura brasileira e estrangeira, omissas a este respeito (FREITAS; PINHEIRO, 2012). Entretanto, relatos do desaparecimento em massa de abelhas ao redor do mundo e o trabalho constante de vários técnicos e pesquisadores nessa área para explanação desse grave fenômeno têm conscientizado autoridades e a sociedade em geral.

Os agrotóxicos são substâncias usadas no manejo de pragas e doenças em diferentes setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas nativas ou implantadas e de ambientes urbanos, hídricos e industriais (BRASIL, 1989). Entre essas substâncias, estão os inseticidas, acaricidas, fungicidas e os herbicidas químicos e biológicos. Na agricultura, esses produtos são utilizados no controle de insetos e ácaros pragas, doenças de plantas e plantas daninhas, os quais, podem comprometer significativamente a produção quando não combatidos (BONETI et al., 2002; BLEICHER et al., 2002; BOTTON et al., 2006).

No período da floração é fundamental ter cuidado quanto ao uso de substâncias químicas visando à preservação dos polinizadores. A densidade e a atratividade das flores de culturas agrícolas em pleno florescimento, contaminadas pela aplicação de determinados agrotóxicos podem causar a morte de polinizadores (Figura 6), além de afetar o comportamento das abelhas que estão forrageando, reduzindo

o vigor da colônia (BORTOLOTTI et al., 2003; SCHNEIDER et al., 2012; JIVAN, 2013; SANCHEZ-BAYO; GOKA, 2014; POTS et al., 2016). Esse fato tem levado inclusive os EUA a propor a criação de "zonas livres de agrotóxicos". Dentro das ações principais desta proposta, como parte de uma estratégia para tentar reverter a diminuição do número de polinizadores, está uma possível proibição do uso de agrotóxicos no período de florescimento das culturas agrícolas (THE WHITE HOUSE, 2015).

Figura 6 - Pulverização na cultura da ameixeira



Estando em forrageamento nos cultivos agrícolas, as abelhas operárias podem entrar em contato direto com as partículas de agrotóxicos suspensas no ar e/ou durante a coleta de pólen e néctar contaminados devido à deposição dos produtos sobre as flores (JIVAN, 2013). Estudos mostram que vários agrotóxicos são absorvidos pelos grãos de pólen e esses, estando contaminados, podem ser fonte de intoxicação das abelhas e das suas crias. Como a toxicidade desses produtos pode ser mantida por longo tempo, o pólen contaminado introduzido na colmeia pode afetar a fase larval e comprometer o desenvolvimento normal da colmeia (CHAUZAT et al., 2006). Outra forma de contaminação é por meio do uso de produtos de ação sistêmica, que são absorvidos pelo tecido vegetal e se deslocam até as fontes de alimento das abelhas, como pólen e néctar (CHAGNON et al., 2014; RAINE, 2015).

Alguns comportamentos das abelhas podem ser facilmente observados e fornecem indícios de que a colmeia está sendo afetada por algum tipo de substância tóxica. Entre os principais destacam-se o grande número de abelhas mortas nas proximidades ou dentro das colônias (PINTO; MIGUEL, 2008) e a presença significativa de larvas mortas dentro das colmeias (DE WAEL et al., 1995). No entanto, além dos efeitos de toxicidade aguda, que ocasionam a rápida morte das abelhas, os agrotóxicos podem provocar alterações comportamentais nestes insetos ocasionando prejuízos na manutenção da colônia, que também culminam com a morte desses organismos e de suas próximas gerações.

Na maioria dos casos, o efeito sobre as abelhas não pode ser imediatamente notado, necessitando de estudos mais aprimorados para melhor identificação. No entanto, influenciam de maneira significativa as atividades da colmeia, contribuindo para o declínio dos polinizadores. Entre os sintomas e efeitos mais observados destacam-se: diminuição da atividade de forrageamento das abelhas (YANG et al., 2008); comprometimento da capacidade de retorno das abelhas para a colmeia (DECOURTYE et al., 2004; COLLIN et al., 2004); irritabilidade e autolimpeza excessiva da colmeia (COX; WILSON, 1984); incapacidade de substituição da rainha (STONER et al., 1985); diminuição da longevidade das abelhas (WHITEHORN et al., 2012); comprometimento da divisão de trabalhos na colmeia (GILL et al., 2012); dificuldade de comunicação por meio da dança (SCHRICKER; STEPHEN, 1970); decréscimo na produção de progênie (PETTIS et al., 2013) e comprometimento da capacidade de voo (GOMES et al., 2020).

Os recentes declínios mundiais em populações de abelhas e a crescente demanda de polinização por insetos para diversas culturas levantam preocupações sobre o declínio das populações de polinizadores. Tais achados são de grande preocupação, dado o grande número e altos níveis de agrotóxicos encontrados no mel e nas colônias de abelhas (PETTIS, 2013).

Com o refinamento de técnicas e procedimentos para análises de resíduos de agrotóxicos, têm se observado números preocupantes em relação à saúde das abelhas e a qualidade do mel produzido. Avaliando o mel de 198 localidades ao redor do mundo, Mitchell *et al*. (2017) observaram que 75% das amostras apresentavam resquícios de, pelo menos, um ingrediente ativo e 45% das amostras apresentavam dois ou mais ingredientes ativos. Com destaque para os inseticidas neonicotinoides. Os autores ressaltam que apesar das concentrações encontradas ocorrerem em níveis seguros para o consumo humano, a presença e o aumento da concentração dessas substâncias químicas no mel podem se refletir na saúde das abelhas e consequentemente na saúde do ser humano.

O uso de agrotóxicos no Brasil passou de 16 mil toneladas em 1964, para mais de 128 mil toneladas em 1998. Além disso, nos últimos 40 anos, o uso desses insumos aumentou 700%, enquanto a área agrícola teve um acréscimo de apenas 78% (SPADOTTO et al., 2004). De 2008 a 2018, as vendas de agrotóxicos no Brasil cresceram 45,4%. Em 2018 as vendas de agrotóxicos chegaram a 549.280,44 toneladas de ingredientes ativos, dos quais 16,5% de substâncias com ação inseticida e acaricida (IBAMA, 2019). Com este panorama, o Brasil é um dos países que mais faz uso de agrotóxicos no mundo.

Quanto aos polinizadores, a maior preocupação está relacionada ao uso de inseticidas, com destaque para o grupo químico neonicotinoides, aplicados por aeronaves e via terrestre sobre as grandes extensões de monoculturas. O uso intensivo de agrotóxicos acompanhado de técnicas de aplicação realizadas de forma imprecisa vem causando impacto nas populações de polinizadores. Principalmente àqueles grupos de abelhas silvestres, as quais são negligenciadas em casos de morte por intoxicação. Fato que não ocorre com abelhas melíferas gerenciadas como *Apis mellifera*, onde a detecção de mortes é mais facilmente contabilizada, facilitando a investigação.

Em menos de 20 anos, os neonicotinoides se tornaram a classe de inseticida mais utilizada, com uma quota de mais de 25% do mercado global (VAN DER SLUIJS, 2013). Estudos nos quais as abelhas foram expostas a inseticidas em laboratório ou utilizando dietas artificias contaminadas, têm demonstrado a ocorrência de "efeitos subletais" após exposição a esses produtos. Entre os principais efeitos, cita-se a diminuição do sucesso de forrageamento de abelhas melíferas (HENRY, 2012), a redução do crescimento da colônia e de produção de abelhas rainhas (GILL, 2012). Além disso, Scott-Dupree *et al*. (2009) relataram que aplicações foliares de inseticidas como neonicotinoides, deltametrina ou espinosade também alteram o processo de forrageamento.

Além dos inseticidas, os herbicidas também têm contribuído de forma indireta para a redução das populações de abelhas, principalmente das abelhas selvagens. Com o advento dos cultivos transgênicos, resistentes à aplicação de herbicidas, têm se observado uma redução considerável de plantas espontâneas que florescem a partir das margens das áreas de cultivos, que possuem importância primária na coleta de pólen e néctar pelos polinizadores (FREITAS; PINHEIRO, 2012). O manejo de plantas invasoras de culturas tolerantes a herbicidas, resulta na redução da diversidade de recursos florais para polinizadores, embora este seja pouco estudado (BOHAN et al., 2005; POTTS et al., 2016).

Em casos extremos, a aplicação massiva de agrotóxicos pode dizimar por

completo as populações de diferentes espécies polinizadoras. No Brasil, em extensas áreas com monoculturas (soja, milho, algodão) onde as áreas são pulverizadas, em um curto espaço de tempo, o impacto sobre as abelhas deve ser bem mais acentuado e significativo que em áreas de menor extensão, onde são cultivadas hortaliças e fruteiras (FREITAS; PINHEIRO, 2012).

Embora ainda, nenhum agrotóxico ou grupo específico é indicado como causador do desaparecimento das populações de abelhas, o uso e os efeitos sinérgicos dos agrotóxicos (OOMEN; PISTORIUS, 2018), a utilização massiva e sem critérios, o manejo inadequado, bem como os diferentes tipos de exposição podem contribuir para o declínio da saúde das abelhas.

Manejo apícola e inimigos naturais das abelhas

A produção mundial de mel tem sido reduzida em função da urbanização, das intensas práticas agrícolas e do baixo valor pago aos apicultores em determinados anos. Esses fatores levam muitos apicultores a buscar fontes de renda alternativas. A principal delas é o aluguel das colmeias para polinização de cultivos. Cita-se como exemplo, o aluguel de colônias para a polinização de cultivos de amêndoas nos Estados Unidos e para a cultura da macieira no Sul do Brasil. Entretanto, o manejo e transporte de colmeias para cultivos diferentes dos habituais, podem causar estresse às abelhas o que prejudica o desenvolvimento, condição nutricional e produção da colônia em anos subsequentes.

O transporte de colônias de abelhas pode afetar negativamente a capacidade das abelhas de manter a temperatura estável na colônia (termorregulação), resultando na perda de crias (MELICHER et al., 2019). Estudos ainda indicam que as glândulas hipofaringeanas das abelhas nutridoras, de colônias transportadas por longas distâncias, têm menor volume em comparação àquelas de abelhas de colônias fixas, afetando a capacidade de alimentar a prole em abelhas nutridoras, o que pode levar ao enfraquecimento da colônia (PIRES et al., 2016).

Quando as abelhas saem do seu local de origem e são direcionadas para outras culturas, elas devem se alimentar de pólen de alta qualidade para restaurar os níveis de proteína do corpo. Este objetivo pode ser alcançado transportando as abelhas para locais com excelentes recursos florais ou alimentando-as, porém isso nem sempre é feito (OLDROYD, 2007).

O desconhecimento e/ou a falta de manejo adequado, na apicultura, repercute em diversos problemas no apiário. Entre eles, destacam-se a redução do índice

populacional das colmeias, maior incidência de problemas sanitários e a queda da produção de mel, pólen e própolis (SILVA, 2004).

Além do manejo apícola, outros fatores são apontados como precursores dos recentes declínios das populações de abelhas, destacando-se os agentes patogênicos virais, bactérias, fungos e ácaros parasitas. Os principais agentes responsáveis por atingirem as abelhas adultas no Brasil são: ácaro parasita *Varroa destructor* (Anderson e Trueman) (Mesostigmata: Varroidae) e vários vírus associados a esse ácaro que são transmitidos as populações de *A. mellifera* (Israeli Acute Paralysis Virus e Kashmir Bee Virus) (POTTS et al., 2010); infestações de um fungo unicelular *Nosema ceranae* (Dissociodihaplophasida: Nosematidae), causador da nosemose. Doenças em crias geralmente causam maiores danos às colmeias em comparação a abelhas adultas e, por isso, costumam causar mais prejuízos.

A intensificação da produção a todo custo, a migração de apiários e o comércio de abelhas (rainhas e enxames), bem como, o uso inadequado das técnicas de manejo, também favorecem a ação de inimigos naturais e o depauperamento das colônias. Estes fatores, aliados ao uso de equipamentos não recomendados, ausência de boas práticas sanitárias e de produção, além do fracasso no reconhecimento e manejo das doenças em colmeias, exacerbam a queda do vigor e da resistência das colônias.

Mudanças climáticas

Um dos principais desafios enfrentados pela Cúpula Mundial sobre Segurança Alimentar é a necessidade de os países abordarem adequadamente o impacto das mudanças climáticas para alcançar a segurança alimentar (FAO, 2009). Nas últimas décadas, as mudanças climáticas vêm ocorrendo devido ao crescimento populacional, urbanização, expansão agropecuária e industrialização. Esses novos cenários têm afetado as populações de polinizadores de diversas formas. Entre elas destacam-se: a modificação do comportamento e fisiologia; aumento de competição intraespecífica e interespecífica por fontes de alimento e locais de nidificação; migração; definição de novas áreas de distribuição; e modificação das relações com os seus parasitas, agentes patogênicos e predadores (LE CONTE; NAVAJAS, 2008; REDDY et al., 2012). Contudo, o maior impacto que as mudanças climáticas podem causar, nos polinizadores, é referente à extinção de espécies vegetais, alterações dos períodos de florescimento e a quantidade e qualidade de néctar e pólen (BURTON; LIM, 2005; REDDY et al., 2012; POTTS et al., 2016).

Perspectivas futuras para as próximas décadas trazem cenários de mudanças climáticas, sugerindo que a atividade sazonal e os intervalos de muitas espécies poderão mudar drasticamente. Assim, ciclos de vida e interações entre espécies podem ser alteradas, comprometendo a composição das comunidades ecológicas (SCHWEIGER et al., 2008). Da mesma forma, a perda e a fragmentação do habitat serão fatores limitantes a migração de espécies pioneiras (FORISTER et al., 2010), já que afetam especialmente polinizadores que não apresentam boa capacidade de dispersão ou que tenham especificidade por determinadas plantas que podem ser removidas ou extintas da natureza.

Assim, debates relacionados à preservação da flora nativa e qualidade da água, redução da poluição global, valorização de fontes de energia renováveis e educação ecológica são essenciais para a vida humana.

Práticas amigáveis para conservação de polinizadores e aumento dos serviços ecossistêmicos de polinização

Da mesma forma que alterações ambientais podem prejudicar os polinizadores, a gestão e manejo da paisagem agrícola pode beneficiá-los, quando planejados de modo a equacionar a manutenção do serviço ecossistêmico de polinização (GARIBALDI et al., 2015). O incremento na aplicação de medidas de gestão visando paisagens amigáveis possibilita aumento das populações e polinizadores e traz benefícios para a produção agrícola (HIPÓLITO et al., 2016).

Nos últimos anos, resultados de pesquisas científicas realizadas com polinizadores tem disponibilizado informações vitais para auxiliar técnicos, agricultores e sociedade em geral em desenvolver práticas amigáveis e iniciativas visando à preservação de abelhas e demais polinizadores. A conservação do *habitat* pode ser considerada a principal prática para a conservação da biodiversidade, mantendo a ligação entre a natureza e a agricultura, oferecendo recursos aos polinizadores (KEVAN; IMPERATRIZ-FONSECA, 2002; JOHNSON et al., 2009; NOCELLI et al., 2012; FREITAS; PINHEIRO, 2012).

Há diversas ações denominadas "**práticas amigáveis**" que podem ser utilizadas para proteger os polinizadores e/ou favorecer sua atração e permanência em áreas cultivadas, vegetação nativa e no seu entorno, sendo fundamentais para manter o sucesso reprodutivo das plantas (JOHANSEN; MAYER, 1990; SANTOS, 1998; KLEIN et al., 2007; HERNANDEZ et al., 2009; JOHNSON et al., 2009; LOPES et al., 2009; FRIMPONG et al., 2011; FREITAS; PINHEIRO, 2012; KREMEN; MILES, 2012;

VIANA et al., 2012; NOCELLI et al., 2012; BERG et al., 2013; MAUÉS, 2014; SANTOS, 2014; SILVA et al., 2014; RODRIGUES, 2015; HIPÓLITO et al., 2016; ROSA et al., 219; BIRDSHIRE et al., 2020). A seguir serão apresentadas algumas práticas amigáveis:

- Inicialmente se destaca a importância de conhecer as espécies de polinizadores nas áreas agrícolas, bem como os locais onde eles constroem seus ninhos. De acordo com Santos et al. (2014), a expansão das fronteiras agrícolas, avança sobre as áreas naturais em velocidade incompatível com a capacidade de estudo da fauna e flora destes ambientes e, segundo os mesmos autores, "para preservar é preciso conhecer". O conhecimento sobre os polinizadores, seu manejo adequado e uso sustentável, auxiliam na manutenção das espécies, uma vez que conhecidos os hábitos, é possível a realização de um manejo conservacionista como, por exemplo, o cuidado no preparo do solo com as abelhas que possuem ninhos neste ambiente;
- Monitorar espécies vegetais que fornecem recursos de alimentação e nidificação para os polinizadores;
- Manter áreas de florestas e vegetação secundária (Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal), bem como plantas complementares, utilizada pelas abelhas para alimentação e nidificação;
- Manter conectividade das áreas remanescentes de vegetação nativa para facilitar o fluxo de polinizadores (corredores ecológicos);
- Conservar elementos-chave, como manchas de habitats que suportam a complexidade estrutural e funcional da paisagem;
- Regenerar ou restaurar habitats benéficos ("friendly") aos polinizadores em locais onde esses ambientes foram degradados;
- Construir áreas de *habitat* natural, aumentando a diversidade de polinizadores nativos, aproveitando espaços subutilizados em rodovias, linhas de energia, linhas ferroviárias, hidrovias entre outros;
- Incluir o cultivo de plantas amigáveis aos polinizadores, dando preferência pelas plantas nativas em espaços abertos. O estabelecimento de jardins para polinizadores em ambientes urbanos (residências, parques e praças) ajudam a sensibilizar a opinião pública, além disso, são pontos de encontro e recreação e promovem indiretamente a educação ambiental;
- Viabilizar reflorestamento planejado em escala regional, usando várias

espécies nativas que servirão de recursos para os polinizadores e que devem ser posicionadas de maneira a melhorar o fluxo de pólen na paisagem;

- Evitar o uso do fogo/ queimadas na limpeza das áreas;
- Evitar o uso de agrotóxicos, especialmente com maior toxicidade às abelhas, dando preferência ao manejo integrado e controle biológico para controle de pragas e doenças e orientar os agricultores quanto ao uso destes químicos, indicando formulações de menor risco. Há várias alternativas para reduzir o impacto dos agrotóxicos sobre os polinizadores, como o uso de tecnologias de aplicação que melhorem a deposição do ingrediente ativo na cultura-alvo; evitar as aplicações em períodos de floração, pulverização apenas em horários onde não haja forrageamento, adoção das boas práticas agrícolas e controle com base no manejo integrado de pragas;
- Oferecer oportunidades de locais para construção de ninhos aos polinizadores (troncos de árvores, blocos de madeira, entrenó de bambus, moirões de cerca, barrancos, árvores de grande porte);
- Aumentar as populações de espécies de polinizadores nativos e manejados nas proximidades das lavouras. O manejo de polinizadores mais conhecido é de *A. mellifera*. Mas no Brasil a meliponicultura cresce e possivelmente será o grupo com maior potencial para manejo. Além disso, outras espécies de abelhas no país são candidatas ao manejo em áreas cultivadas como, por exemplo, as do gênero *Centris* e *Xylocopa* (SAZAN et al.; 2014) SILVA et al., 2014);
- A introdução de espécies exóticas ainda é discutida, uma vez que, podem competir com as espécies nativas (JOHNSON et al., 2009; NOCELLI et al., 2012). Porém, há quem defenda a introdução, sob o ponto de vista que as espécies nativas atualmente não estão disponíveis em número suficiente para o serviço de polinização, apesar de serem geralmente mais eficientes que as exóticas (LOPES et al., 2005; KERR et al., 2010). Estes contrapontos existem, pois, a agricultura necessita de espécies com ampla distribuição geográfica e generalista cujo manejo, coleta de alimento e multiplicação de ninhos sejam conhecidos (IMPERATRIZ-FONSECA et al., 2012).
- Fortalecer a diversificação dos sistemas agrícolas é fundamental, uma vez que monoculturas, por exemplo, reduzem a disponibilidade de néctar e pólen. Estas mudanças podem ocorrer por intermédio de medidas como

interculturação, rotações de culturas que incluem floração, agrofloresta, manejo florestal ou hortas domésticas (FRIMPONG et al., 2011; KREMEN; MILES, 2012).

- Permitir a coexistência de espécies de plantas ruderais atrativas para polinizadores em diferentes épocas do ano;
- Incentivar a agricultura orgânica a partir de políticas públicas;
- Incentivar à construção de "jardins de flores", telhados verdes em casas e edifícios para o plantio de hortícolas e plantas floríferas que possam disponibilizar pólen e néctar para as abelhas que vivem em regiões metropolitanas. Em algumas cidades da Holanda estão sendo difundidas ideias para utilizar o telhado de pontos de ônibus como pequenos jardins verdes compostos por plantas que provenham néctar e pólen para os polinizadores e outros organismos que podem se beneficiar desses espaços;
- Difundir e aumentar projetos de extensão com objetivos de informar sobre a importância dos polinizadores e de sua conservação em escolas públicas e privadas;
- Expor a importância da preservação de polinizadores, apresentando propostas de aumento de renda por intermédio da valoração dos serviços de polinização, apicultura, meliponicultura e seus subprodutos. Maneiras de valorar economicamente os serviços ecossistêmicos prestados pelas abelhas são úteis para demonstrar aos governantes e agricultores sobre a importância dos polinizadores;
- Apicultores e meliponicultores podem contribuir selecionando locais de instalação dos apiários e meliponários isolados de área agrícolas submetidas a intervenções com agrotóxico. Porém, quando isto não for possível, e não há como fazer a remoção dos criatórios da área, uma solução é o confinamento das abelhas dentro da colmeia, fornecendo alimento e água em abundância (FREITAS; PINHEIRO, 2012).
- Fomento ao diálogo entre agricultores e apicultores em regiões agrícolas com objetivo de promover uma convivência pacífica, bem como a preservação dos polinizadores;
- Promover campanhas para divulgação da importância de polinizadores em supermercados, folhetos e cartazes e outros meios com linguagem acessível sobre produção de frutas, legumes e grãos beneficiados com a polinização biótica para tornar a causa conhecida para o público em geral;

Além das práticas sugeridas acima, ressalta-se que a educação ambiental em todos os níveis é um pressuposto fundamental, já que tem como propósito formar pessoas capazes de compreender a interdependência dos vários elementos que compõem a cadeia de sustentação da vida. Neste sentido, a informação sobre a importância de insetos polinizadores contribui para com a sustentabilidade dos ecossistemas agropecuários e naturais, possibilitando que a sociedade passe a pensar e agir de forma crítica incorporando à sua vida cotidiana, ações de preservação ambiental.

Políticas para a proteção e preservação de polinizadores

A preocupação com a conservação dos polinizadores não é recente. Pesquisadores brasileiros têm participado ativamente nas negociações internacionais que buscam desenvolver ações para a preservação dos polinizadores (Tabela 1). Em 1998, na reunião sobre "Conservação e Uso Sustentável dos Polinizadores na Agricultura", tendo como foco principal as abelhas, foi produzido o documento "*The São Paulo Declaration on Pollinators*" (DIAS et al., 1999). Esse documento se comprometia com a Convenção sobre Diversidade Biológica (*Convention on Biological Diversity* - CBD), no programa temático de Diversidade Biológica na Agricultura. A partir desse, criou-se no ano 2000, a Iniciativa Internacional para a Conservação e o Uso Sustentável dos Polinizadores (Tabela 1), durante a Conferência das Partes (COP 5). Cujos planos de ações foram aprovados em 2002 (POTTS et al., 2016). Entre os desafios propostos, estão o fomento ao incremento de informações taxonômicas sobre polinizadores; a mensuração do valor econômico da polinização e a promoção da conservação, restauração e uso sustentável da diversidade de polinizadores na agricultura e em agroecossistemas (PEIXOTO, 2017).

Quadro 1 - Iniciativas de conservação dos polinizadores desenvolvidas no mundo.

Iniciativas	Sigla	Tradução	Endereço eletrônico
African Pollinator Initiative	API	Iniciativa Africana de Polinizadores	http://www.internationalpollinatorsinitiative.org/jsp/intpollinitiative.jsp
Brazilian Pollinator Initiative	BPI	Iniciativa Brasileira de Polinizadores	http://www.webbee.org.br/bpi/ibp_english.htm
Canadian Pollination Initiative	CANPOLIN	Iniciativa Canadense de Polinização	http://www.uoguelph.ca/canpolin/index.html
England's National Pollinator Strategy	NPS	Estratégia Nacional de Polinizadores da Inglaterra	https://www.gov.uk/government/publications/national-pollinatorstrategy-for-bees-and-other-pollinators-in-england

continua...

French National Action Plan	FNAP	Plano de Ação Nacional Francês	http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/15069_PNApollinisateurs-sauvages_DEF_Light_page.pdf
Insect Pollinators Initiative	IPI	Iniciativa Internacional para a Conservação e o Uso Sustentável dos Polinizadores	http://www.internationalpollinatorsinitiative.org/jsp/intpollinitiative.jsp
International Commission for Pollinator Plant Relationships	ICCPR	Comissão Internacional de Relações com Plantas Polinizadoras	http://www.nationalbeeunit.com/index.cfm?sectionid=88
Irish Pollinator Initiative	-	Iniciativa Irlandesa para Polinizadores	http://www.biodiversityireland.ie/
North American Pollinator Protection Campaign	NAPPC	Campanha de Proteção de Polinizadores da América do Norte	http://pollinator.org/nappc/
Oceania Pollinator Initiative	OPI	Iniciativa de polinizadores da Oceânia	http://www.oceanicpollinators.org/
Pollinator Partnership	-	Parceria com polinizadores	http://www.pollinator.org/
Prevention of honeybee Colony Losses	COLOSS	Prevenção de perdas de colônia de abelhas	http://www.coloss.org
Status and Trends of European Pollinators	STEP	Situação e tendências dos polinizadores europeus	http://www.step-project.net/
Sustainable pollination in Europe	SUPER-B	Polinização sustentável na Europa	http://www.superb-project.eu/
Wales Action Plan for Pollinators	WAPP	Plano de Ação do País de Gales para Polinizadores	http://www.biodiversitywales.org.uk/Wales-Action-Plan-for-Pollinators
White House – Pollinator Research Action Plan	-	Plano de Ação para Pesquisa de Polinizadores	https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/ Pollinator%20Research%20Action%20Plan%202015.pdf.

Fonte: Elaborado a partir de FREITAS; BOMFIM, 2017; POTTS et al., 2016.

No Brasil, a Iniciativa Brasileira de Polinizadores (IBP) foi oficialmente estabelecida durante o encontro bianual de criadores de abelhas em Ribeirão Preto, organizado pela Universidade de São Paulo (USP) em setembro de 2000, sendo dirigido pelo Ministério do Meio Ambiente, USP e a Embrapa (MMA, 2020). A IBP conta também com o auxílio da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO). Seu objetivo é desenvolver ações como estudos para identificar polinizadores potenciais, avaliação da eficiência de polinização, monitoramento, uma série de cursos internacionais sobre polinização com o objetivo de capacitar profissionais na área e ajudar na formação e a consolidação de novos grupos de pesquisas em universidades nas mais diversas partes do país, entre outras (FREITAS; BOMFIM, 2017).

Em 2012, o Brasil foi signatário da Plataforma Intergovernamental de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (IPBES), criada com o objetivo de fazer a ligação entre ciência e tomada de decisão em prol da conservação da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos, o bem-estar humano e o desenvolvimento sustentável. Assim, em resposta às solicitações de governos ou de outros tomadores de decisão, a Plataforma disponibilizou seu primeiro relatório em fevereiro de 2016 com o tema "*Pollinators, Pollination and Food Production*" o qual subsidiou as decisões e as recomendações de políticas aprovadas na 13ª Conferência das Partes (COP 13) da Convenção sobre Diversidade Biológica em Cancun, no México, em dezembro do mesmo ano.

Os países envolvidos com a IPBES consideraram a avaliação como prioritária, já que o documento visou nortear vários projetos com objetivos de: diminuir a ameaça da fome; alcançar segurança alimentar e nutrição adequadas; impulsionar a agricultura sustentável; assegurar uma vida saudável e o bem-estar; incentivar o crescimento econômico; proteger, restaurar e promover o uso dos ecossistemas terrestres e contribuir para a interrupção da perda de biodiversidade (IPBES, 2016).

Contribuindo com estas ações, é importante o estabelecimento de um programa nacional que vise a implantação de planos de manejo para a utilização racional de agrotóxicos na agricultura. Bem como, a elaboração de leis que exijam dos agricultores a aplicação em períodos específicos e restritos, de acordo com o grau de risco do agrotóxico. Procedimentos que já são estabelecidos em outros países. Esses, contribuem para a redução do impacto destes químicos sobre os polinizadores, o ambiente e os aplicadores (FEITAS; PINHEIRO, 2012).

Devido ao desaparecimento e redução de populações de polinizadores, diversas iniciativas estão sendo sugeridas no decorrer dos anos, tanto na esfera pública como privada. A exemplo disto, a empresa Bayer desenvolveu um programa chamado *Bee Care* (Bayer) que tem por objetivo a preservação dos polinizadores. Dividido em três áreas principais: alimente uma abelha; colmeias saudáveis e agricultura sustentável. O programa conta atualmente com mais de 30 projetos colaborativos espalhados no mundo, englobando apicultores, agricultores, pesquisadores e comerciantes (BAYER, 2018). Outro importante projeto denominado "Colmeia Viva", consiste no mapeamento participativo de colônias de abelhas, fomentada através do Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal (Sindiveg) com apoio de outras instituições. Este projeto visa conscientizar a importância da relação entre apicultores e agricultores, uma vez que, ambos são dependentes das abelhas (SINDIVEG, 2019).

A partir desta iniciativa, o Sindveg e parceria com 14 indústrias de agrotóxicos,

criaram o Compromisso 2020, com a ação de revitalizar o projeto Colmeia Viva. No presente momento, o projeto tem como propósito promover o uso correto dos agrotóxicos na agricultura brasileira, a fim de proteger os cultivos e contribuir no direito básico da alimentação segura à população, respeitar a apicultura e proteger as abelhas e o meio ambiente (SINDIVEG, 2019).

O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), desde 2012 realiza estudos para estabelecer uma metodologia de avaliação de riscos resultantes do uso de agrotóxicos para insetos polinizadores, levando em consideração as particularidades da agricultura brasileira. Em 2017 foi publicado no Diário Oficial da União a Instrução Normativa n° 02/2017, que condiciona registros de agrotóxicos à apresentação de informações que permitam o uso adequado desses produtos, sem efeitos que comprometam a sobrevivência, a reprodução e o desenvolvimento das abelhas. Esta IN é a primeira a estipular critérios de decisão com base na probabilidade de uma espécie ser afetada pela exposição a agrotóxicos (MMA, 2017).

Em outra esfera, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) com o objetivo de promover o uso sustentável das abelhas nativas na meliponicultura, bem como a unificação e simplificação dos procedimentos de registro e operação dos meliponicultores publicou a Resolução Nº 496 de 19 de agosto de 2020. A qual dispõe de regras mais simplificadas sobre o registro, uso e manejo de abelhas nativas sem ferrão (BRASIL, 2020).

Anteriormente, as regras eram as mesmas para a criação de animais silvestres, as quais necessitavam de inscrição nacional junto ao Ibama, procedimento que dificultava a legalização da atividade. A partir dessa resolução, os meliponicultores que possuam até 49 colônias e não utilizam a atividade para exploração econômica não necessitarão de autorização ambiental do órgão competente. Aqueles que utilizam a atividade para exploração econômica e tenham mais de 49 colônias deverão realizar o registro (BRASIL, 2020). Os meliponicultores cadastrados, além de saírem da clandestinidade terão direitos garantidos, o que facilitará a comercialização, acesso a crédito e futuramente, acesso a selos que garantam a origem e a qualidade dos seus produtos.

A resolução ainda regulamenta a origem das colônias matrizes, trocas e permutas com a finalidade de melhoramento genético e a diversificação da espécie. A criação das abelhas será restrita a região geográfica de ocorrência natural, sendo permitida sua criação fora desta somente com autorização ambiental. O não cumprimento das normas dispostas nessa resolução resultará em penalidades previstas em lei, fazendo com que o setor produtivo se atente a preservação e

sustentabilidade destas espécies.

A partir das iniciativas apresentadas e da legislação que vem sendo aprimorada com o intuito de proteção e preservação dos polinizadores nativos e domesticados, nota-se que as perspectivas futuras convergem para um cenário de diálogo frequente e conciliativo. Contudo, cabe ressaltar que são necessárias ações que fiscalizem e exijam o cumprimento das leis intrínsecas à proteção das abelhas. Bem como, o fomento a políticas públicas de proteção que levem em conta o monitoramento constante da saúde dos polinizadores.

Considerações

Os serviços prestados pelos polinizadores são imprescindíveis para o aumento do rendimento das culturas. Somente as abelhas contribuem significativamente para a produção de 1/3 das safras mundiais de alimentos. Por proporcionarem a manutenção da diversidade de espécies vegetais e animais os polinizadores também podem ser considerados como uma peça-chave para o equilíbrio ecológico do planeta. Além disso, são fundamentais para garantir aos seres vivos uma alimentação nutritiva e diversificada, estimular o desenvolvimento econômico e minimizar os problemas relacionados à fome em diversas partes do mundo.

Desde o século XX, estudos têm evidenciado o declínio de polinizadores. Esses resultados demonstram que existem diversos fatores que atuam isoladamente ou em conjunto sobre o decréscimo constante dessas espécies. A redução ou extinção de insetos polinizadores pode provocar colapsos ambientais de grande magnitude, ocasionando perdas ecológicas, desequilíbrio do ecossistema, deficit de polinização em culturas agrícolas, assim como prejuízos econômicos significativos.

Acredita-se que até o ano de 2050 o planeta terá 9 bilhões de habitantes, e para alimentar essa população, a produção mundial de alimentos deverá crescer 70% e a produção nacional 40%. Essas proteções evidenciam a necessidade da manutenção e preservação dos polinizadores, os quais sabidamente podem ser considerados como um fator importante o aumento do rendimento das culturas agrícolas.

Dessa forma, além das mudanças no modo de produção atual de alimentos, embasada nas premissas de sustentabilidade, tais como, preservação do meio ambiente e redução do uso de agrotóxicos, o desenvolvimento de políticas públicas que fomentem a educação ambiental pode contribuir de maneira significativa para a conservação da biodiversidade de polinizadores, além de colaborar para a manutenção, de forma equilibrada e segura da espécie humana nesse planeta.

Neste sentido, reitera-se que a polinização é uma peça chave diante do desafio da preservação e da manutenção da diversidade dos ecossistemas naturais e agrícolas.

Referências

ABROL, D. P. **Pollination Biology**. 1. ed. Netherlands: Springer Science Business Media, 2012. 792p.

AGOSTINI, K.; LOPES, A. V.; MACHADO, I. C. Recursos florais. In: RECH, A. R.; AGOSTINI. K.; OLIVEIRA, P. E.; MACHADO, I. C. (eds) **Biologia da Polinização**. p. 129–150, 2014.

AIZEN, M. A.; GARIBALDI, L. A.; CUNNINGHAM, S. A.; KLEIN, A. M. How much does agriculture depend on pollinators? Lessons from long-term trends in crop production. **Annals of botany**, v. 103, n. 9, p. 1579-1588, 2009.

AMBONI, M. P. M. **Dieta, disponibilidade alimentar e padrão de movimentação do lobo-guará,** *Chrysocyon brachyurus***, no Parque Nacional da Serra da Canastra, MG**. Universidade Federal de Minas Gerais, Dissertação de Mestrado, Belo Horizonte, MG, p. 108, 2007.

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Monografias de agrotóxicos**. 2012. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/toxicologia/monografias/index.htm>. Acesso em: mar, 2020.

APACAME. Produtores de maçã locam colmeias para assegurar polinização eficaz e obter mais qualidade e produtividade. São Paulo: **Revista Mensagem Doce**, 2014. 1 p. Disponível em: <http://www.apacame.org.br/mensagemdoce/128/apiculturamigratoria.htm>. Acesso em: fev, 2020.

ARAÚJO, I. I. M.; DE LIRA, G. A.; BORBA, L. H. F.; PEREIRA, D. S. Caracterização das espécies melíponas e perdas de enxames nas agrovilas da Serra do Mel – RN. **Caderno Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.3, n. 2, 2013.

ARIOLI, C. J.; ROSA, J. M. DA.; BOTTON, M. Mortalidade de *Apis mellifer*a e manejo da polinização em macieira. In: Encontro Nacional de Fruticultura de Clima Temperado, 14., Fraiburgo. **Anais**... Fraiburgo: EPAGRI, p.69-80, 2015.

ASCHER, J. S.; PICKERING, J. 2020. **Discover Life bee species Zuide and world checklist (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila)**. Disponível em:<http://www.discoverlife.org/mp/20q?guide=Apoidea_species>. Acesso em: mar 2020.

BAUER, D. M.; WING, I. S. The macroeconomic cost of catastrophic pollinator declines. **Ecological Economics**, v. 126, p. 1-13, 2016.

BAYER - Bayer CropScience. **Programa BeeCare**. 2018. Disponível em: https://www.agro.bayer.com.br/beecare. Acesso em: 28 jul. 2020.

BERG, Å.; AHRNÉ, K.; ÖCKINGER, E.; SVENSSON, R.; WISSMAN, J. Butterflies in semi-natural pastures and power-line corridors – effects of flower richness, management, and structural vegetation characteristics. **Insect Conservation and Diversity**, v. 6, p. 639–657, 2013.

BIRDSHIRE, K. R.; CARPER, A. L.; BRILES, C. E. Bee community response to local and landscape factors along an urban-rural gradient. **Urban Ecosystems**, p. 1-14, 2020.

BLEICHER, J.; BERTON, O.; BONETI, J.I; DA S.; KATSURAYAMA, Y. D. Doenças fúngicas dos frutos. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis: Epagri, 2002. p. 556-566.

BLETTLER, D. C.; FAGUNDEZ, G. A.; CAVIGLIA, O. P. Contribution of honeybees to soybean yield. **Apidologie**, v. 49, n. 1, p. 101-111, 2018.

BOHAN, D. A.; BOFFEY, C. W.; BROOKS, D. R.; CLARK, S. J.; DEWAR, A. M.; FIRBANK, L. G.; ... OSBORNE, J. L. Effects on weed and invertebrate abundance and diversity of herbicide management in genetically modified herbicide-tolerant winter-sown oilseed rape. **Proceedings of the Royal Society B**: Biological Sciences, v. 272, p. 463–474, 2005.

BOLETIM de comercialização de agrotóxicos e afins: histórico de vendas – 2000 a 2012. Brasília: **Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis**, 2013. 42p.

BONETI, J. I. S.; KATSURAYAMA, Y.; BLEICHER, J. Doenças da Macieira. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis: Epagri, 2002. p. 527-555.

BORTOLOTTI, L.; MONTANARI, R.; MARCELINO, J.; MEDRZYCKI, P.; MAINI, S.; PORRINI, C. Effects of sublethal imidacloprid doses on the homing rate and foraging activity of the honey bees. **Bulletin of Insectology**, v. 56, p. 63-67, 2003.

BOTTON, M.; ARIOLI, C. J.; MULLER, C. Controle de lagartas no período de floração da macieira. **Agapomi**, Vacaria, n. 145, p. 06-07, 2006.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente/Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Nº 496, DE 19 de agosto de 2020. **Uso e o manejo sustentável das abelhas-nativas-sem-ferrão em meliponicultura**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 20 ago, 2020.

BRASIL. **Lei n. 7.802, de 12 de julho de 1989 (Lei Federal dos Agrotóxicos)**. Brasília, Diário Oficial da União, 12 julho de 1989.

BREEZE, T. D.; GALLAI, N.; GARIBALDI, L. A.; LI, X. S. Economic measures of pollination services: shortcomings and future directions. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 31, n. 12, p. 927-939, 2016.

BRILINGER, D.; CONTINI, R. E.; PEREIRA, F. S.; ROSA, J. M.; FRANCO, C. R.; BOFF, M. I. C. A educação ambiental na preservação de espécies de insetos polinizadores. In: Congresso Internacional Conhecimentos Pertinentes para a Educação na América Latina: “Formação de Formadores”, 2, 2018, Lages. **Anais**... São José: ICEP, 2018. 1300p.

BUENO, A. C.; CAREZIA, C. C.; GIRELLI, G.; WEIRICH, S. N.; COELHO, G. C.; MOSSI, A. J. **Análise palinológica de abelhas "sem- ferrão" na Região do Alto Uruguai, Brasil**. Disponível em: <http://www.schenautomacao.com.br/ssa /envio/files/78_ arqnovo.pdf>. Acesso em: fev, 2020.

CAESAR, L. **Síndrome anual da abelha mandaçaia** (*Melipona quadrifasciata*) - **o papel de simbiontes, sistema imune e ambiente**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Porto Alegre, RS, 2020, 101 p.

CAMARGO, J. M. F.; PEDRO, S. R. M. Systematics, phylogeny and biogeography of the Meliponinae (Hymenoptera, Apidae): a mini-review. ***Apidologie***, v. 23, p. 509–522, 1992.

CAMERON, S. A.; LIM, H. C.; LOZIER, J. D.; DUENNES, M. A.; THORP, R. Test of the invasive pathogen hypothesis of bumble bee decline in North America. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 113, n. 16, p. 4386-4391, 2016.

CAMILO, E. **Polinização do maracujá**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2003. 44 p.

CHAUZAT, M. P.; FAUCON, J. P.; MARTEL, A. C.; LACHAIZE, J.; COUGOULE, N.; AUBERT, M. A survey of pesticide residues in pollen loads collected by honey bees in France. **Journal of Economic Entomology**, v. 99, p. 253–262. 2006.

COLLIN, M. E.; BONMATIN, J. M.; MOINEAU, I.; GAIMON, C.; BRUN, S.; VERMANDERE, J. P. A method to quantify and analyze the activity of honey bees: relevance to the sublethal effects induced by systemic insecticides. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 43, p. 387-395, 2004.

CORNMAN, R. S.; TARPY, D. R.; CHEN, Y.; JEFFREYS, L.; LOPEZ, D.; PETTIS, J. S.; EVANS, J. D. Pathogen webs in collapsing honey bee colonies. **PLoS ONE**, v.7, e43562, 2012.

COSTA-MAIA, F. M.; LOURENÇO, D. A. L.; TOLEDO, V. A. A. Aspectos econômicos e sustentáveis da polinização por abelhas. **Sistemas de Produção Agropecuária** (Ciências Agrárias, Animais e Florestais), p. 45-67, 2010.

COSTANZA, R.; D'ARGE, R.; DE GROOT, R.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; RASKIN, R. G. The Value of the world's service and natural capital. **Nature**, v. 387, p. 253-260, 1997.

COSTANZA, R.; DE GROOT, R.; BRAAT, L.; KUBISZEWSKI, I.; FIORAMONTI, L.; SUTTON, P.; GRASSO, M. Twenty years of ecosystem services: how far have we come and how far do we still need to go? **Ecosystem services**, v. 28, p. 1-16, 2017.

COX, R. L.; WILSON, W. T. Effects of permethrin on the behavior of individually tagged honey bees, *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae). **Environmental Entomology**, v. 13, p. 375-378, 1984.

DELAPLANE, K. S.; MAYER, D. F. **Crop Pollination by Bees**. Wallingford, UK: CABI, 2000.

DE WAEL, L.; DE GREEF, M.; VAN LAERE, O. Toxicity of pyriproxifen and fenoxycarb to bumble bee brood using a new method for testing insect growth regulators. **Journal of Apicultural Research**, v. 34, p. 3-8, 1995.

DIAS, B. S. F.; RAW, A.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Iniciativa internacional de polinizadores: a declaração de São Paulo sobre polinizadores. In: **Relatório sobre as recomendações do workshop sobre conservação e uso sustentável de polinizadores na agricultura, com ênfase nas abelhas**. Ministério do Meio Ambiente, 1999.

ELTZ, T.; BRUHL, C. A.; IMIYABIR, Z.; LINSENMAIR, K. E. Nesting and nest tress of stingless bees (Apidae: Meliponini) in lowland dipterocarp forests in Sabah, Malaysia, with implications for forest management. **Forest Ecology and Management**, v. 172, p. 301-313, 2003.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Declaration of the world summit on food security**. Food and Agriculture Organization of the United Nations, p. 1-7, 2009.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT. In: **Data**. 2017

FARIA JÚNIOR, L. R. R.; BENDINI, J. D. N.; BARRETO, L. M. R. C. Eficiência polinizadora de *Apis mellifera* L. e polinização entomófila em pimentão 'Cascadura Ikeda'. **Bragantia**, v. 67, n. 2, p. 261-266, 2008.

FOLEY, J. A.; RAMANKUTTY, N.; BRAUMAN, K. A.; CASSIDY, E. S.; GERBER, J. S.; JOHNSTON, M.; BALZER, C. Solutions for a cultivated planet. **Nature**, v. 478, n. 7369, p. 337-342, 2011.

FREITAS, B. M.; BOMFIM, I. G. A. A necessidade de uma convivência harmônica da agricultura com os polinizadores. In: **Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE)**. Importância dos polinizadores na produção de alimentos e na segurança alimentar global. Brasília: Gráfica Ltda., 2017. 128p.

FREITAS, B. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. A Importância Econômica da Polinização. **Revista Mensagem Doce**, v. 80, p. 16-20, 2005.

FREITAS, B. M.; PINHEIRO, J. N. **Polinizadores e pesticidas: princípios e manejo para os agroecossistemas brasileiros**. Brasília: MMA, 2012. 112p.

FRIMPONG, E. A.; GEMMILL-HERREN, B.; GORDON, I.; KWAPONG, P. K. Dynamics of insect pollinators as influenced by cocoa production systems in Ghana. **Journal of Pollination Ecology**, v. 5, p. 74–80, 2011.

FUNDAÇÃO ZOOBOTÂNICA. **Lista das espécies da fauna silvestre ameaçadas de extinção no Rio Grande do Sul**. Disponível em: http://www.fzb.rs.gov.br/upload/1396361250_lista_categoria.pdf. Acesso em: 25, ago, 2020.

GALLAI, N.; SALLES, J. M.; SETTELE, J.; VAISSIÈRE, B. E. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. **Ecological Economics**, v. 68, p. 810-821, 2009. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2008.06.014.

GARIBALDI, L. A.; BARTOMEUS, I.; BOMMARCO, R. Review: Trait matching of flower visitors and crops predicts fruit set better than trait diversity. **Journal of Applied Ecology**, v. 52, p. 1436–1444, 2015.

GARIBALDI, L. A.; STEFFAN-DEWENTER, I.; KREMEN, C.; MORALES, J. M.; BOMMARCO, R.; CUNNINGHAM, S. A.; HOLZSCHUH, A. Stability of pollination services decreases with isolation from natural areas despite honey bee visits. **Ecology Letters**, v. 14, n.10, p. 1062-1072, 2011.

GARIBALDI, L. A.; STEFFAN-DEWENTER, I.; WINFREE, R.; AIZEN, M. A.; BOMMARCO, R.; CUNNINGHAM, S. A.; BARTOMEUS, I. Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. **Scienc**e, v. 339, p. 1608-1611, 2013.

GAZZONI, D. L. **Soja e abelhas**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 151p.

GIANNINI, T. C.; ALVES, D. A.; ALVES, R.; CORDEIRO, G. D.; CAMPBELL, A. J.; AWADE, M.; ... IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Unveiling the contribution of bee pollinators to Brazilian crops with implications for bee management. **Apidologie**, p. 1-16, 2020.

GIANNINI, T. C.; BOFF, S.; CORDEIRO, G. D.; CARTOLANO, E. A.; VEIGA, A. K.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; SARAIVA, A. M. Crop pollinators in Brazil: a review of reported interactions. **Apidologie**, v. 46, n. 2, p. 209-223, 2015a.

GIANNINI, T. C.; CORDEIRO, G. D.; FREITAS, B. M.; SARAIVA, A. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. The dependence of crops for pollinators and the economic value of pollination in Brazil. **Journal of Economic Entomology**, v. 108, n. 3, p. 849-857, 2015b.

GILL, R.J.; RAMOS-RODRIGUEZ, O.; RAINE, N. E. Combined pesticide exposure severely affects individual-and colony-level traits in bees. **Nature**, v. 491, n. 7422, p. 105-108, 2012.

GOMES, I. N.; VIEIRA, K. I. C.; GONTIJO, L. M.; RESENDE, H. C. Honeybee survival and flight capacity are compromised by insecticides used for controlling melon pests in Brazil. **Ecotoxicology**, v. 29, n. 1, 97-107, 2020.

GONÇALVES, L. S. O desaparecimento das abelhas, suas causas, consequências e o risco dos neonicotinoides para o agronegócio apícola. **Mensagem Doce**, v. 117, p. 2-12, 2012.

GOULART JR., R.; MONDARDO, M.; REITER, J. M. W. **Relatório de Projeto: Diagnostico socioeconômico da produção de maracujá no Sul Catarinen**se. Florianopolis: Epagri, 2017 (Relatório).

GUZMAN-NOVOA, E.; VANDAME, R.; ARECHAVALETA, M. E. Susceptibility of European and Africanized honey bees (*Apis mellifera* L.) to Varroa jacobsoni Oud. In Mexico. **Apidologie**, v. 30, n. 2-3, p.173-182., 1999.

HADLEY, A. S.; BETTS, M. G. The effects of landscape fragmentation on pollination dynamics: absence of evidence not evidence of absence. **Biological Reviews**, v. 87, n. 3, p. 526-544, 2012.

HAMIDUZZAMAN, M. M.; GUZMAN-NOVOA, E.; GOODWIN, P. H.; REYES-QUINTANA, M.; KOLEOGLU, G.; CORREA-BENÍTEZ, A.; PETUKHOVA, T. Differential responses of Africanized and European honey bees (*Apis mellifera*) to viral replication following mechanical transmission or Varroa destructor parasitism. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 126, p. 12-20, 2014.

HEARD, T. **The Australian native bee book: keeping stingless bee hives for pets, pollination and sugarbag honey**. Sugarbag Bees. Brisbane. 2016, 246p.

HENRY, M.; BEGUIN, M.; REQUIER, F.; ROLLIN, O.; ODOUX, J. F.; AUPINEL, P.; DECOURTYE, A. A common pesticide decreases foraging success and survival in honey bees. **Science**, v. 336, n. 6079, p. 348-350, 2012.

HENSELEK, Y.; KLEIN, A. M.; BAUMGÄRTNER, S. **The economic insurance value of wild pollinators in almond orchards in California**. Nachwuchsworkshop des AURÖ des Vereins für Socialpolitik, Leipzig, 2016.

HERNANDEZ, J. L.; FRANKIE, G. W.; THORP, R. W. Ecology of urban bees: a review of current knowledge and directions for future study. **Cities and the Environment (CATE)**, v. 2, n. 3, 2009.

HILMI, M.; BRADBEAR, N.; MEJIA, D. **Beekeeping and sustainable livelihoods. Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Rural Infrastructure and Agro-Industries Division, 2 ed, Rome, Italy. 2011, 72p.

HIPÓLITO, J.; VIANA, B. F.; GARIBALDI, L. A. The value of pollinator-friendly practices: synergies between natural and anthropogenic assets. **Basic and Applied Ecology**, v. 17, n. 8, p. 659-667, 2016.

HÜNICKEN, P. L.; MORALES, C. L.; GARCÍA, N.; GARIBALDI, L. A. Insect Pollination, More than Plant Nutrition, Determines Yield Quantity and Quality in Apple and Pear. **Neotropical Entomology**, p. 1-8, 2020.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Relatórios de comercialização de agrotóxicos**. 2019.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2018. Disponível em <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/prevsaf/default.asp?t=1&z=t&o=26&u1=1&u2=1&u3=1&u4=1>. Acesso em 03 mar 2020.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2017. https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/pdf/agricultura_familiar.pdf. Acesso em: 01 ago 2020.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; CANHOS, D. A. L.; ALVES, D. D. A.; SARAIVA, A. M. Polinizadores e Polinização – Um tema global. **Polinizadores no Brasil**. Edusp, São Paulo, p. 25-45. 2012.

INTERAGENCY TAXONOMIC INFORMATION SYSTEM – ITIS. **Catalogue of life**: 2010 annual checklist. 2010. Disponível em:<http://www.catalogueoï¬,ife.org/annual-checklist/2010/details/database/id/67>. Acesso em: jan, 2020.

IPBES - The Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. **The assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production**. POTTS, S. G.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; NGO, H. T. (EDS). Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany, 2016, 552 p.

JACOBSON, M. M.; TUCKER, E. M.; MATHIASSON, M. E.; REHAN, S. M. Decline of bumble bees in northeastern North America, with special focus on Bombus terricola. **Biological Conservation**, v. 217, p. 437-445, 2018.

JAFFÉ, R.; POPE, N.; CARVALHO, A. T.; MAIA, U. M.; BLOCHTEIN, B.; DE CARVALHO, C. A. L.; ... VENTURIERI, G. C. Bees for development: Brazilian survey reveals how to optimize stingless beekeeping. **PLoS ONE**, v. 10, p. e0121157, 2015. DOI: 10.1371/journal.pone.0121157.

JIVAN, A. The Impact of Pesticides on Honey Bees and Hence on Humans. **Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies**, v. 46, n. 2, p. 272-277, 2013.

JONG, D. de; MESSAGE, D. New and exotic disease threats for Brazilian bess. In: **VIII ENCONTRO SOBRE ABELHAS**, Ribeirão Preto, SP. 2008. Disponível em: <https://docgo.net/philosophy-of-money.html?utm_source=viii- -encontro-sobre-abelhas>.

JULL, A. B.; CULLUM, N.; DUMVILLE, J. C.; WESTBY, M. J.; DESHPANDE, S.; WALKER, N. Honey as a topical treatment for wounds. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, v. 3, p. CD005083, 2015.

JOHANSEN, C. A.; MAYER, D. F. **Pollinator protection: a bee and pesticide handbook**. Cheshire: Wicwas Press, 1990. 212p.

KLEIN, A. M.; VAISSIERE, B. E.; CANE, J. H.; STEFFAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S. A.; KREMEN, C.; TSCHARNTKE, T. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proceedings of the royal society B: biological sciences**, v. 274, n. 1608, p. 303-313, 2007.

KERR, W. E.; CARVALHO, G. A.; SILVA, A. C. D.; ASSIS, M. D. G. P. D. Aspectos pouco mencionados da biodiversidade amazônica. **Parcerias Estratégica**s, v. 6, n. 12, p. 20-41, 2010.

KREMEN, C.; MILES, A. Ecosystem services in biologically diversified versus conventional farming systems: benefits, externalities, and trade-offs. **Ecology and Society**, v. 17, n. 40, 2012.

KRUG, C.; GARCIA, M. V. B.; GOMES, F. B. A scientific note on new insights in the pollination of guarana (*Paullinia cupana* var. sorbilis). **Apidologie**, v. 46, n. 2, p. 164-166, 2015.

LE CONTE, I.; NAVAJAS, M. Climate change: impact on honey bee populations and diseases. **Revue Scientifique et Technique**, v. 27, p. 499-510, 2008.

LOPES, L. A. *Melipona bicolor* **schencki**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, SP, 2012. 107p.

LOPES, M.; FERREIRA, J. B.; SANTOS, G. Abelhas sem-ferrão: a biodiversidade invisível. **Agriculturas**, v. 2, n. 4, p. 7-9, 2005.

LOPES, A. V.; GIRÃO, L. C.; SANTOS, B. A.; PERES, C. A.; TABARELLI, M. Long-term erosion of tree reproductive trait diversity in edge-dominated Atlantic forest fragments. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1154–1165, 2009.

LUCA, P. A.; VALLEJO-MARIN, M. What's the 'buzz'about? The ecology and evolutionary significance of buzz-pollination. **Current opinion in plant biology**, v. 16, n. 4, p. 429-435, 2013.

MALASPINA, O.; SOUZA, T. F.; ZACARIN, E. C. M. S.; CRUZ, A. S.; JESUS, D. Efeitos provocados por agrotóxicos em abelhas no Brasil. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 8., 2008, Ribeirão Preto. **Anais**... Ribeirão Preto: FUNPEC, Universidade de São Paulo, p. 41–48, 2008.

MALERBO-SOUZA, D. T.; RIBEIRO, M. F. Polinização do maracujá-doce (*Passiflora alata* Dryander). **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 9, n. 2, p. 37-46, 2010.

MARCO JR., P. de.; COELHO, F.M. Services performed by the ecossystem: forest remnants influence agricultural cultures pollination and production. **Biodiversity and Conservation**, v. 13, p. 1245-1255, 2004.

MAUÉS, M. M.; KRUG, C.; WADT, L. H. O.; DRUMOND, P. M.; CAVALCANTE, M. C.; DOS SANTOS, A. C. S. **A castanheira-do-brasil: avanços no conhecimento das práticas amigáveis à polinização**. Embrapa Amazônia Oriental-Livro científico (ALICE), 2015.

MAUÉS, M. M. Economia e polinização: custos, ameaças e alternativas. In: RECH, A. R.; AGOSTINI, K.; OLIVEIRA, P. E.; MACHADO, I. C. (eds) **Biologia da Polinização**. Pp: 461-481, 2014.

MAY, R. M. Ecological science and tomorrow's world. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 365, p. 41–47. 2010.

MELICHER, D.; WILSON, E. S.; BOWSHER, J. H.; PETERSON, S. S.; YOCUM, G. D.; RINEHART, J. P. Long-distance transportation causes temperature stress in the honey bee, Apis mellifera (Hymenoptera: Apidae). **Environmental entomology**, v. 48, n. 3, p. 691-701, 2019.

MICHENER, C. D. **The bees of the world**. Johns Hopkins University Press, Baltimore, 2ed. 2007, 992 pp.

MILFONT, M. D. O.; ROCHA, E. E. M.; LIMA, A. O. N.; FREITAS, B. M. Higher soybean production using honeybee and wild pollinators, a sustainable alternative to pesticides and autopollination. **Environmental chemistry letters**, v. 11, n. 4, p. 335-341, 2013.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. **Ibama aumenta proteção a polinizadores: Nova Instrução Normativa estabelece diretrizes e procedimentos para avaliação dos riscos de agrotóxicos para insetos como abelhas**. 2017. Disponível em: https://mma.gov.br/informma/item/13968-noticia-acom-2017-03-2182.html. Acesso em: 20 maio 2020

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. **Conservação de Polinizadores**. 2020. Disponível em: https://www.mma.gov.br/informma/item/422-conserva%C3%A7%C3%A3o-de-polinizadores.html. Acesso em: 20 maio 2020.

MITCHELL, E. A.; MULHAUSER, B.; MULOT, M.; MUTABAZI, A.; GLAUSER, G.; AEBI, A. A worldwide survey of neonicotinoids in honey. **Science**, v. 358, n. 6359, p. 109-111, 2017.

MOURE, J. S.; URBAN, D.; MELO, G. A. R. **Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Regio**n. Curitiba, Sociedade Brasileira de Entomologia, 2007.

NEFF, J. L.; SIMPSON, B. B. Bees, pollination systems and plant diversity. p.143-147. In J. LaSalle; Gauld, I.D. (eds.), **Hymenoptera and biodiversity**. Wallingford, CAB International, 1993, 348p.

NISHIO, E. K.; KRUPINISKI, M. T.; KOBAYASHI, R. K. T.; PRONI, E. A.; NAKAZATO, G. Avaliação da Atividade Antibacteriana de Dois Méis de Abelhas Indígenas Sem Ferrão Contra Bactérias de Importância Alimentar. **Blucher Food Science Proceedings**, v. 1, n. 1, p. 25-26, 2014.

NOCELLI, R. C.; ROAT, T. C.; ZACARIN, E. C. S.; MALASPINA, O. Riscos de pesticidas sobre as abelhas. **Semana dos Polinizadores**, v. 3, 2012.

NUNES-SILVA, P.; HRNCIR, M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. A polinização por vibração. **Oecologia Australis**, v. 14, n. 1, p. 140-151, 2010.

NUNES-SILVA, P.; WITTER, S.; ROSA, J. M.; HALINSKI, R.; SCHLEMMER, L. M.; ARIOLI, C. J.; ... BLOCHTEIN, B. Diversity of Floral Visitors in Apple Orchards: Influence on Fruit Characteristics Depends on Apple Cultivar. **Neotropical Entomology**, p. 1-14, 2020.

OLDROYD, B. P. What's killing American honey bees? **PLoS biology**, v. 5, n. 6, p. e168, 2007.

OLIVEIRA, J. E. M.; NICODEMO, D.; DE OLIVEIRA, F. F. Contribuição da polinização entomófila para a produção de frutos de aceroleira. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n. 1, p. 56-65, 2015.

OLLERTON, J.; WINFREE, R.; TARRANT, S. "How Many Flowering Plants are Pollinated by Animals?". **Oikos**, v. 120, n. 3, p. 321-326. 2011.

OOMEN, P. A.; PISTORIUS, J. Hazards of pesticides to bees. In: 13th international symposium of the ICP-PR Bee Protection Group; 18.-20. Oct 2017, València – **Proceedings**. Julius-Kühn-Archiv, Quedlinburg. 2018, 462p.

PERUQUETTI, R. C.; TEIXEIRA, L. V.; COELHO, F. M. **Introdução ao estudo sobre polinização**. Grupo de estudos sobre abelhas. 2017. Disponível em: <http://www.ufac.br/ppgespa/polen>. Acesso em: mar, 2020.

PETTIS, J. S.; LICHTENBERG, E. M.; ANDREE, M.; STITZINGER, J.; ROSE, R. Crop pollination exposes honey bees to pesticides which alters their susceptibility to the gut pathogen Nosema ceranae. **PLoS One**, v. 8, n. 7, p. e70182, 2013.

PINTO, M. R.; MIGUEL, W. Intoxicação de *Apis mellifera* por organofosforado na região do Vale do Itajaí, SC. 2008. In: **Anais do Conbravet**. Disponível em: <http://www.sovergs.com.br/conbravet2008/anais/cd/ resumos/R1080-2.pdf>. Acesso em: fev, 2020.

PIOKER-HARA, F. C.; DRUMMOND, M. S.; KLEINERT, A. M. P. The influence of the loss of Brazilian Savanna vegetation on the occurrence of stingless Bees nests (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). **Sociobiology**, v. 61, n. 393–400, 2014.

PIRES, C. S. S.; PEREIRA, F. D. M.; LOPES, M. T. D. R.; NOCELLI, R. C. F.; MALASPINA, O.; PETTIS, J. S.; TEIXEIRA, É. W. Enfraquecimento e perda de colônias de abelhas no Brasil: há casos de CCD?. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 5, p. 422-442, 2016.

PITTS-SINGER, T. L.; CANE, J. H. The alfalfa leafcutting bee, *Megachile rotundata*: the world's most intensively managed solitary bee. **Annual review of entomology**, v. 56, p. 221-237, 2011.

PORTO, R. G.; ALMEIDA, R. F.; CRUZ-NETO, O.; TABARELLI, M.; VIANA, B. F.; PERES, C. A.; LOPES, A. V. Pollination ecosystem services: A comprehensive review of economic values, research funding and policy actions. Food Security: **The Science, Sociology and Economics of Food Production and Access to Food**, p. 1-18, 2020.

POTTS, S. G; BIESMEIJER, J. C.; KREMEN, C.; NEUMANN, P.; SCHWEIGER, O.; KUNIN, W. E. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 25, n. 6, p. 345-353, 2010.

POTTS, S. G.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; NGO, H. T.; AIZEN, M. A.; BIESMEIJER, J. C.; BREEZE, T. D.; VANBERGEN, A. J. Safeguarding pollinators and their values to human well-being. **Nature**, v. 540, n. 7632, p. 220-229, 2016.

REDDY, P. V. R.; VERGHESE, A.; RAJAN, V. V. Potential impact of climate change on honeybees (*Apis* spp.) and their pollination services. **Pest Management in Horticultural Ecosystems**, v. 18, p. 121-127, 2012.

RECH, A. R.; KAYNA, A.; OLIVEIRA, P. E.; MACHADO, I. C. **Biologia da polinização**. Editora Projeto Cultural, Brasília. 2014, 532p.

ROSA, J. M. DA, ARIOLI, C. J.; NUNES-SILVA, P.; GARCIA, F. R. M. Desaparecimento de abelhas polinizadoras nos sistemas naturais e agrícolas: Existe uma explicação?. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 18, n. 1, p. 154-162, 2019.

ROSA, J. M. DA; ARIOLI, C. J.; BLOCHTEIN, B.; AGOSTINETTO, L.; GRUTZMACHER, A. D.; BOTTON, M. Diagnosis of directed pollination services in apple orchards in Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 40, n. 2, 2018.

ROUBIK, D. W. **Bees, Ecological Roles Bees: Ecological Roles**. Springer Nature Switzerland AG, 2020, 173p.

ROUBIK, D.W. (Ed.) **The pollination of cultivated plants**. A compendium for practitioners, v. 2. Rome: FAO, 2018, 324 p.

SANCHEZ-BAYO, F.; GOKA, K. Pesticide residues and bees–a risk assessment. **PloS one**, v. 9, n. 4, p. e94482, 2014.

SANTOS, R. M. S.; R. M., DOS SANTOS, J. O.; DE MIRANDA, R. C.; DE MEDEIROS NÓBREGA, I. G.; MARACAJÁ, P. B.; CAJÁ, D. F.; ... DE OLIVEIRA CABRAL, S. A. A. Meliponicultura: oportunidade de renda complementar para os quilombolas do município de Diamante – PB. **Caderno Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 3, n. 2, p. 215-219. 2013.

SCHLINDWEIN, C. Frequent oligolecty characterizing a diverse bee-plant community in a xerophytic bushland of subtropical Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 33, n. 1, 1998.

SCHNEIDER, C. W.; TAUTZ, J.; GRÜNEWALD, B.; FUCHS, S. RFID tracking of sublethal effects of two neonicotinoid insecticides on the foraging behavior of *Apis mellifera*. **PloS One**, v.7, p. e30023, 2012.

SCHRICKER, B.; STEPHEN, W. P. The effect of sublethal doses of parathion on honeybee behaviour. I. Oral administration and the communication dance. **Journal of Apicultural Research**, v. 9, p. 141-153, 1970.

SCHWEIGER, O.; SETTELE, J.; KUDRNA, O.; KLOTZ, S.; KÜHN, I. Climate change can cause spatial mismatch of trophically interacting species. **Ecology**, v. 89, p. 3472–3479, 2008.

SCOTT-DUPREE, C. D.; CONROY, L.; HARRIS, C. R. Impact of currently used or potentially useful insecticides for canola agroecosystems on *Bombus impatiens* (Hymenoptera: Apidae), *Megachile rotundata* (Hymenoptera: Megachilidae), and *Osmia lignaria* (Hymenoptera: Megachilidae). **Journal of economic entomology**, v. 102, n.1, 177-189, 2009.

SINDIVEG - Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal. **Colmeia Viva**. 2019. Disponível em: https://www.colmeiaviva.com.br/. Acesso em: 28 jul. 2020.

SILVA, N. R. da. **Aspectos do perfil e do conhecimento de apicultores sobre manejo e sanidade da abelha africanizada em regiões de apicultura de Santa Catarina**. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2004, 115p.

SILVA, C. I.; ALEIXO, K. P.; NUNES-SILVA, B.; FREITAS, B. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. **Guia ilustrado de abelhas polinizadoras no Brasil**. São Paulo: Instituto Avançado da Universidade de São Paulo, Coeditor: Ministério do Meio Ambiente-Brasil, 2014.

SILVA-NETO, C. D. M.; BERGAMINI, L. L.; ELIAS, M. A. D. S.; MOREIRA, G. L., MORAIS, J. M.; BERGAMINI, B. A. R.; FRANCESCHINELLI, E. V. High species richness of native pollinators in Brazilian tomato crops. **Brazilian Journal of Biology**, v. 77, n. 3, p. 506-513, 2017.

SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A. R; ALMEIDA, E. A. B. Origem, filogenia e biogeografia. In: SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A. R; ALMEIDA, E. A. B. **Abelhas brasileiras: sistemática e identificação**. Belo Horizonte: Fernando A. Silveira, p. 29–41, 2002.

SMITH, M. R.; SINGH, G. M.; MOZAFFARIAN, D.; MYERS, S. S. Effects of decreases of animal pollinators on human nutrition and global health: a modelling analysis. **The Lancet**, v. 386, p. 1964–1972, 2015.

SPADOTTO, C. A.; GOMES, M. A. F.; LUCHINI, L. C.; DE ANDRÉA, M. M. Monitoramento do risco ambiental de agrotóxicos: princípios e recomendações. **Embrapa Meio Ambiente** - Documentos (INFOTECA-E). 2004.

STONER, A.; WILSON, W. T.; HARVEY, J. Acephate (Orthene): effects on honey bee queen, brood and worker survival. **American Bee Journal**, v. 125, p. 448-450, 1985.

TAVARES, P. R. A. **Biologia reprodutiva de Solanum lycocarpum (Solanaceae): relação recíproca com abelhas polinizadoras, formigas dispersoras de sementes e drosophilideos hospedeiros de frutos**. Universidade Federal da Grande Dourados, UFGD, Dourados, MS. Tese de Doutorado, 2017, 160p.

THE WHITE HOUSE. **National strategy to promote the health of honey bees and other pollinators**. 2015. Disponível em: < https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/Pollinator%20Health%20 Strategy%202015.pdf>.

THOMAS, J. A.; TELFER, M. G.; ROY, D. B.; PRESTON, C. D.; GREENWOOD, J. J. D.; ASHER, J.; FOX, R.; CLARKE, R. T.; LAWTON, J. H. Comparative losses of British butterflies, birds, and plants and the global extinction crisis. **Science**, v. 303, p. 1879–1881, 2004.

UMETSU, F.; PAUL METZGER, J.; PARDINI, R. Importance of estimating matrix quality for modeling species distribution in complex tropical landscapes: a test with Atlantic forest small mammals. **Ecography**, v. 31, n. 3, p. 359-370, 2008.

VAISSIÈRE, B.; FREITAS, B. M.; GEMMILL-HERREN, B. **Protocol to detect and assess pollination deficits in crops: a handbook for its use**. FAO, 2011, 81p.

VAN DER SLUIJS, J. P.; SIMON-DELSO, N.; GOULSON, D.; MAXIM, L.; BONMATIN, J. M.; BELZUNCES, L. P. Neonicotinoids, bee disorders and the sustainability of pollinator services. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 5, n. 3, p. 293-305, 2013.

VAN DER ZEE, R.; PISA, L.; ANDONOV, S.; BRODSCHNEIDER, R.; CHARRIERE, J. D.; CHLEBO, R.; GRAY, A. Managed honey bee colony losses in Canada, China, Europe, Israel and Turkey, for the winters of 2008–9 and 2009–10. **Journal of Apicultural Research**, v. 51, n. 1, p. 100-114, 2012.

VAN ENGELSDORP, D.; UNDERWOOD, R.; CARON, D.; HAYES JR, J. An estimate of managed colony losses in the winter of 2006– 2007: a report commissioned by the Apiary Inspectors of America. **American Bee Journal**, v. 147, p. 599-603, 2007.

VAN ENGELSDORP, D.; UNDERWOOD, R. M.; PETTIS, J. A survey of honey bee colony losses in the U.S., fall 2007 to spring 2008. **Plos One**, v. 3, p. e4071, 2008.

VAN ENGELSDORP, D.; SAEGERMAN, C.; MULLIN, C.; HAUBRUGE, E.; NGUYEN, B. K.; FRAZIER, M.; TARPY, D. R. Colony collapse disorder: a descriptive study. **Plos One**, v. 4, p. e6481, 2009.

VAN ENGELSDORP, D.; HAYES JR, J.; UNDERWOOD, R. M.; PETTIS, J. S. A survey of honey bee colony losses in the United States, fall 2008 to spring 2009. **Journal of Apicultural Research**, v. 49, p. 7-14, 2010.

VERMA, S. K. Studies on the control of greater wax moth, *Galleria mellonella* L. in *Apis cerana* F. colonies with the biological insecticide, Dipel. **Indian Bee Journal**, v. 57, n. 3, p. 121-123, 1995.

VIANA, B. F.; COUTINHO, J. G. E.; GARIBALDI, L. A.; GASTAGNINO, G. L. B.; GRAMACHO, K. P.; SILVA, F. O. Stingless bees further improve apple pollination and production. **Journal of Pollination Ecology**, v. 14, n. 25, p. 261-269, 2014.

VIANA, B. F.; BOSCOLO, D.; MARIANO NETO, E.; LOPES, L. E.; LOPES, A. V.; FERREIRA, P. A.; PRIMO, L. M. How well do we understand landscape effects on pollinators and pollination services?. **Journal of Pollination Ecology**, v. 7, p. 32-42, 2012.

VIEIRA, P. F. D. S. P.; DE OLIVEIRA CRUZ, D.; GOMES, M. F. M.; DE OLIVEIRA CAMPOS, L. A.; DE LIMA, J. E. Valor econômico da polinização por abelhas mamangavas no cultivo do maracujá-amarelo. **Revibec: revista iberoamericana de economía ecológica**, v. 15, p. 43-53, 2010.

VENTURIERI, G. C.; ALVES, D. D. A.; VILLAS-BÔAS, J. K.; CARVALHO, C. A. L.; MENEZES, C.; VOLLET-NETO, A.; ... IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Meliponicultura no Brasil: situação atual e perspectivas fu¬turas. In: IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. et al. (Orgs.) **Polinizadores no Brasil**: con¬tribuição e perspectivas para biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais. São Paulo, EDUSP, p. 213-236, 2012.

WHITEHORN, P. R.; O'CONNOR, S.; WACKERS, F. L.; GOULSON, D. Neonicotinoid pesticide reduces bumble bee colony growth and queen production. **Science**, v. 336, p. 351-352, 2012.

WITTER, S.; NUNES-SILVA, P.; BLOCHTEIN, B.; LISBOA, B. B.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. **As abelhas e a agricultura**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2014.

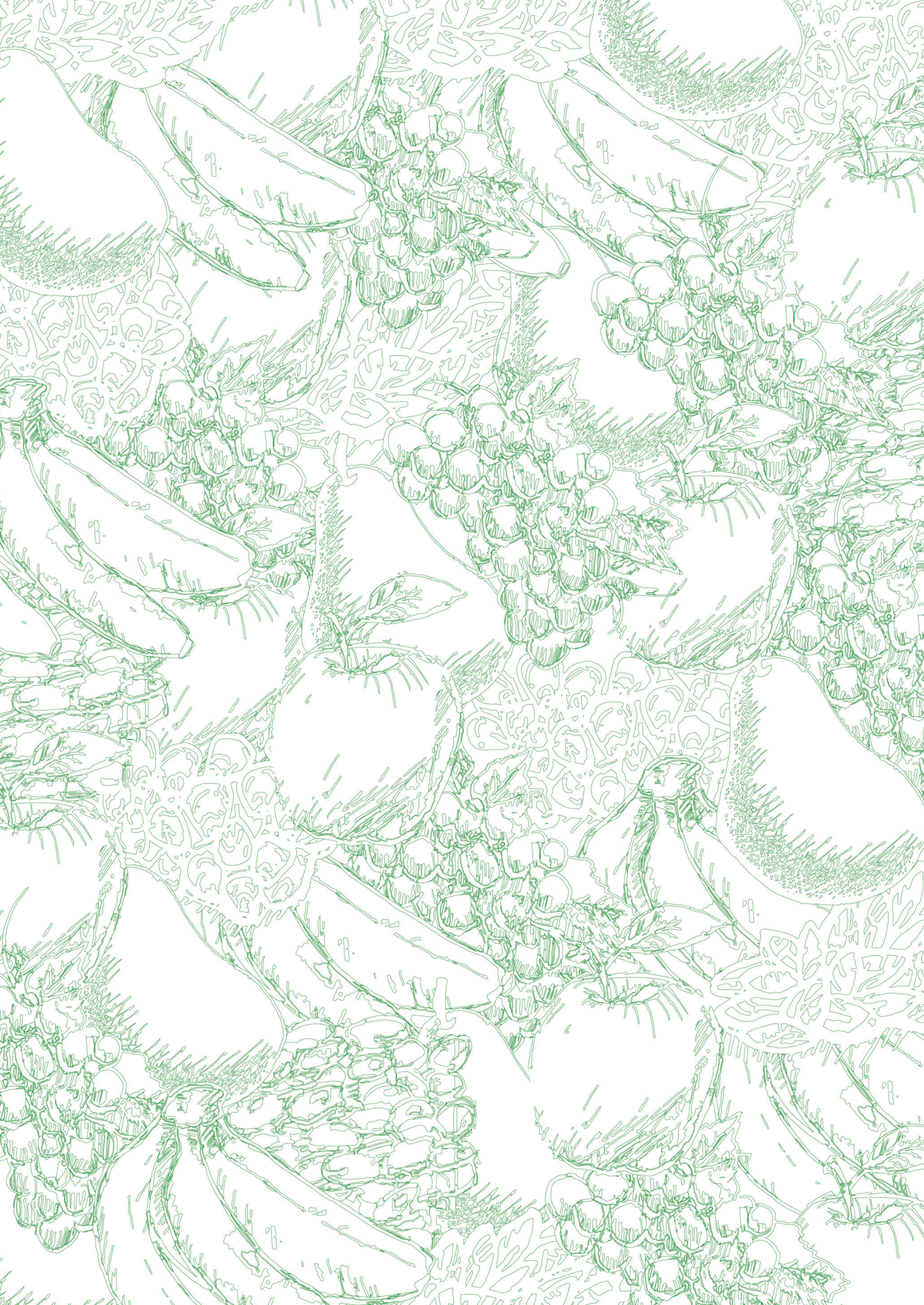
WITTER, S.; RADIN, B.; LISBOA, B. B.; TEIXEIRA, J. S. G.; BLOCHTEIN, B.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Desempenho de cultivares de morango submetidas a diferentes tipos de polinização em cultivo protegido. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, p. 58-65, 2012.

WOLOWSKI, M.; AGOSTINI, K.; RECH, A. R.; VARASSIN, I. G.; MAUÉS, M.; FREITAS, L.; SARAIVA, A. M. **Relatório temático sobre polinização, polinizadores e produção de alimentos no Brasil**. Espiríto Santo: REBIPP, 2019.

YAMAMOTO, M.; DA SILVA, C. I.; AUGUSTO, S. C.; BARBOSA, A. A. A.; OLIVEIRA, P. E. The role of bee diversity in pollination and fruit set of yellow passion fruit (*Passiflora edulis* forma flavicarpa, Passifloraceae) crop in Central Brazil. **Apidologie**, v. 43, n. 5, p. 515-526, 2012.

YAMAMOTO, M.; BARBOSA, A. A. A.; OLIVEIRA, P. E. A. M. A polinização em cultivos agrícolas e a conservação das áreas naturais: o caso do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Deneger). **Oecologia Australis**, v. 14, n. 1, p. 174-192, 2010.

YANG, E. C.; CHUANG, Y. C.; CHEN Y. L.; CHANG, L. H. Abnormal foraging behavior induced by sublethal dosage of imidacloprid in the honey bee (Hymenoptera: Apidae). **Journal of Economic Entomology**, v.101, p.1743-1748, 2008.



Bioinsumos: o programa nacional e a sua relação com a produção sustentável

Autores

Mariane Carvalho Vidal

Rodolfo Saldanha

Mario Alvaro Aloisio Verissimo

Resumo: Os problemas gerados pelo uso inadequado de agrotóxicos e produtos químicos importados e custosos para garantir a sanidade das plantas têm sido um grande desafio para os agricultores brasileiros. Em que pese a megabiodiversidade que o Brasil possui, ainda pouco exploradas, são as potencialidades de uso desta para o controle de pragas e doenças, para a nutrição de plantas e para a conservação e melhoria das condições de solo. Olhando para esse e outros aspectos, o capítulo abordará como iniciativas públicas, que dialogam com o setor produtivo, são capazes de ofertar alternativas para o desenvolvimento de tecnologias de origem biológica e que considerem o potencial local de experiências no país. Destacadamente o Programa Nacional de Bioinsumos está estruturado de forma a estimular alternativas de produção que consideram o potencial da megabiodiversidade brasileira, suas aplicações para os diversos setores produtivos, vegetal, animal e de processamento de produtos. Considerando o contexto de existência do Programa Nacional, cabe ressaltar as práticas, processos e produtos utilizados e que são considerados como bioinsumos e ainda, como esses produtos recebem hoje o tratamento regulatório para registro pelos órgãos competentes.

Introdução

Com o objetivo de aumentar a conscientização mundial sobre como proteger a sanidade das plantas, ajudando a erradicar a fome, reduzir a pobreza, proteger o meio ambiente e impulsionar o desenvolvimento econômico, 2020 foi declarado o ano Internacional das Nações Unidas para a Sanidade Vegetal pela ONU. Nesse tema, o Brasil, com seu agronegócio tropical referência para o mundo, é um dos maiores consumidores de insumos importados, custosos, agressivos e tóxicos ao ambiente e à saúde das pessoas. Por outro lado, apresenta uma megabiodiversidade pouco explorada, com potencial de usos múltiplos, destacadamente farmacêutico e cosmético, além de uso como insumos para os sistemas produtivos com as mais diversas possibilidades.

Criar consciência sobre a importância das plantas saudáveis para realizar a Agenda 2030 para o atingimento dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), considerando o impacto da sanidade vegetal na segurança alimentar e nas funções ecossistêmicas, torna-se um desafio para os países em todo o mundo. Como vantagem competitiva, o Brasil apresenta grande potencial de conhecer, conservar e desenvolver usos de sua biodiversidade, transformando em ativos biológicos os elementos capazes de se converterem em insumos para os sistemas produtivos. Assim, surgem os bioinsumos, insumos de origem biológica, que consideram o rico potencial local dessa biodiversidade brasileira.

Os bioinsumos constituem hoje uma nova promessa tecnológica que abre a possibilidade de reconciliar interesses dentro do âmbito agropecuário, oferecendo soluções inovadoras para responder a um crescimento cada vez maior por parte dos consumidores e setor produtivo que exigem alternativas ao uso expressivo de agroquímicos e agrotóxicos custosos do ponto de vista econômico, ambiental e de saúde.

O termo bioinsumo, pela etimologia da palavra, pode ser "*insumo de origem biológica*". É fato que não existe um conceito amplamente utilizado na literatura e que abrange a complexidade e todo o escopo que envolve a demanda de usos destes insumos para o sistema produtivo.

É comum no Brasil, o termo bioinsumo ser usado como sinônimo de produto biológico, bioproduto, produto de base biológica ou ainda como exemplos de produtos, tais como bioinseticidas, biofertilizantes, inoculantes e outros. Ainda, em sua grande maioria de vezes, é referido como um termo de uso para os sistemas agrícolas, ocultando seu grande potencial de aplicação na produção animal e no processamento de produtos de origem animal e vegetal. É natural que essa relação

aconteça já que, no Brasil, os maiores avanços do setor de bioinsumos têm sido realizados especialmente no setor agrícola para controle de pragas e doenças e para a nutrição de plantas e fertilidade dos solos.

De toda forma, é importante ressaltar que o entendimento sobre os conceitos ainda está em construção. Na Argentina, por exemplo, que tem um programa de fomento de uso de bioinsumos agropecuários, define o termo como sendo "*todo aquele produto biológico que consiste ou tenha sido produzido por microrganismos, invertebrados ou extratos de plantas, e que esteja destinado a ser aplicado como insumos na produção agropecuária*". Goulet et al. (2020) comparando a aplicação dos bioinsumos no Brasil, Argentina e França, consideram que os limites do conceito estão entre o controle biológico e os biofertilizantes, ainda que entendam que há diferenças em relação ao que é considerado entre esses três países.

No Brasil, com o lançamento do Programa Nacional de Bioinsumos realizado em maio de 2020 pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, instituído pelo Decreto nº 10.375, de 26 de maio de 2020, propôs-se um conceito amplo de bioinsumos, que considera a complexidade do tema e que deixa margem para que, a medida que o tema amadureça e apareçam novos desafios, estes possam ser inseridos no contexto do Programa. Esse conceito traz direcionamentos para entender os bioinsumos como processos e não somente como produtos.

Para fins do Programa Nacional de Bioinsumos, conforme Decreto nº 10.375, de 26 de maio de 2020, "*bioinsumo é todo produto, processo ou tecnologia de origem vegetal, animal ou microbiana, destinado ao uso na produção, no armazenamento e no beneficiamento de produtos agropecuários, nos sistemas de produção aquáticos ou de florestas plantadas, que interfiram positivamente no crescimento, no desenvolvimento e no mecanismo de resposta de animais, de plantas, de microrganismos e de substâncias derivadas e que interajam com os produtos e os processos físico-químicos e biológicos*".

Para além deste conceito e com o intuito de contribuir com a base conceitual do tema bioinsumos no país, foi também proposto, durante a construção do Programa Nacional de Bioinsumos, como consta no site oficial do MAPA[10] , alguns conceitos-chave que relacionam-se diretamente ao tema da sanidade vegetal e que são importantes serem destacados aqui, para que se contextualize as discussões e considerações sobre os bioinsumos realizadas no texto.

[10] https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/bioinsumos/o-programa/conceitos. Consultado em 7 de outubro de 2020.

Agente biológico de controle - organismo, assim considerado microrganismo e inimigo natural, de ocorrência natural, introduzido no ambiente para o controle de uma população ou de atividade biológica de outro organismo vivo considerado nocivo.

Ativo biológico - microrganismo, planta, invertebrado, substância bioativa, feromônio, entre outros.

Biofertilizante - produto que contém componentes ativos ou substâncias orgânicas, obtido de microrganismos ou a partir da atividade destes, bem como seus derivados de origem vegetal e animal, capaz de atuar direta ou indiretamente sobre o todo ou parte das plantas cultivadas, no aumento de sua produtividade ou na melhoria de sua qualidade, incluídos os processos e tecnologias derivados desta definição.

Comunidade de microrganismos - conjunto de células microbianas com características multifuncionais, preparado por isolamento local podendo atuar como agente biológico de controle, bioestimulante e biofertilizante.

Condicionador biológico de ambientes - substância simples ou composta, normalmente originada de processos fermentativos, que melhoram a diversidade e consequentemente a atividade microbiológica dos ambientes de produção, contribuindo para a melhoria da sanidade, redução da emissão de gases amoniacais e promovendo a exclusão competitiva de microrganismos prejudiciais em sistemas produtivos animais e vegetais.

Estresse abiótico - impacto negativo de fatores não vivos, físicos, químicos ou ambos, sobre os organismos em um ambiente específico, considerada a temperatura, o estresse hídrico e a salinidade, entre outros.

Inoculante - produto, processo ou tecnologia que contém microrganismos com atuação favorável ao desenvolvimento de plantas.

Produção para uso próprio - produção de condicionadores de solo, inoculantes, produtos fitossanitários, de comunidade de microrganismos com uso aprovado para a agricultura orgânica ou de agente biológico de controle, regulamentado em norma específica pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, a ser utilizada exclusivamente em área de produção agrícola pertencente a mesma pessoa física ou jurídica ou em áreas de produtores rurais em regime de associação constituída para esta finalidade.

Produto fitossanitário - feromônio, aleloquímico e produto formulado à base de cobre, de boro, de enxofre, de óleo mineral e de compostos e derivados de origem vegetal, animal e mineral, incluídos os agentes biológicos de controle,

que atendam à legislação de produção orgânica, destinados ao uso na produção, no armazenamento e no beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens ou nas florestas plantadas, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos, incluídos os processos e tecnologias derivados deste produto.

Unidade própria de produção - local onde ocorre a produção para uso próprio.

Esses conceitos permitem entender o quão importante é o processo de definição de termos capazes de acolher a complexidade e a demanda existente como por exemplo, para a construção de políticas públicas. Fica claro a partir dos conceitos acima, que os termos em destaque podem contribuir para ampliar outros conceitos que já existam em diferentes escopos legislativos e normativos, mas que, carecem de relação com a base que os bioinsumos trazem bem como, de entendimento mais amplo daquilo que de fato é realizado no país. Um bom exemplo disto é sobre o que diz respeito à produção para uso próprio ou a produção "*on farm*", na propriedade. Muitos são os bioinsumos produzidos diretamente pelos agricultores, seja por indisponibilidade de produto comercial na região, seja por potencialidade de uso dos recursos locais, seja por aspectos econômicos ou seja por inovação de processos. Esses bioinsumos têm sido amplamente utilizados e têm se mostrado eficientes e seguros em várias experiências. Garantir segurança jurídica a essa atividade e promover melhorias é dever do Estado e das políticas e programas propostas para este fim.

Para os bioinsumos, há um esforço internacional no sentido de organizar as ações e conhecer o estado da arte desse tema em diferentes países. Harmonizar conceitos, propor testes necessários para registro, estimular novos processos de registros que considerem as multifuncionalidades dos bioinsumos, adequar marcos regulatórios e normativos, instituir linhas de fomento ao desenvolvimento dos bioinsumos, são algumas das ações que têm sido discutidas em fóruns internacionais, os quais o Brasil seguramente, terá um papel relevante.

A ciência aporta, à medida que desenvolve e avança, conceitos fundamentais para o entendimento de processos diversos. No caso da sanidade vegetal, há uma vasta compreensão de termos amplamente utilizados e que tem em sua base os bioinsumos. Entender os conceitos é importante para compreender os processos, os quais serão discutidos a seguir.

Uso de bioinsumos como prática de manejo sustentável e sua relação com a sanidade vegetal

O número 2 dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas nos traz o desafio:

> "Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável".
>
> Nesse objetivo, existe a "Meta 2.4 - Até 2030, garantir sistemas sustentáveis de produção de alimentos, por meio de políticas de pesquisa, de assistência técnica e extensão rural, entre outras, visando implementar práticas agrícolas resilientes que aumentem a produção e a produtividade e, ao mesmo tempo, ajudem a proteger, recuperar e conservar os serviços ecossistêmicos, fortalecendo a capacidade de adaptação às mudanças do clima, às condições meteorológicas extremas, secas, inundações e outros desastres, melhorando progressivamente a qualidade da terra, do solo, da água e do ar" (ONU e IPEA, 2020[11]).

Nesse contexto, cresce a importância dos bioinsumos, em que o potencial dos ativos biológicos é colocado em um novo patamar de significância para os sistemas sustentáveis de produção (MEDEIROS; ESPINDOLA, 2018) e a sua relação com sanidade vegetal. Muitos são os exemplos de como as plantas e animais (incluindo humanos) estão intrinsecamente conectados e não sobrevivem sem as bactérias e fungos que compõem os solos saudáveis (FAO, 2020[12]).

No início, os bioinsumos eram utilizados principalmente na agricultura orgânica ou de base agroecológica, por serem fundamentais para o manejo desses sistemas. Hoje, eles também desempenham um papel cada vez mais importante na agricultura convencional, como alternativa ou complemento de fertilizantes e produtos fitossanitários e para redução de custos de produção. Provavelmente uma das melhores ilustrações dessa tecnologia e tendência é o desenvolvimento e aplicação em larga escala de inoculantes bacterianos para a fixação biológica de nitrogênio, principalmente para o cultivo da soja, entre os anos 1990 e 2000.

[11] https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/2 e https://www.ipea.gov.br/ods/ods2.html. Consultado em 26 de outubro de 2020

[12] http://www.fao.org/plant-health-2020/home/en/. Consultado em 26 de outubro de 2020.

Essa tecnologia de base biológica, um bioinsumo, gera uma economia da ordem de 15 bilhões de dólares anualmente, segundo estimativas da Embrapa. Atualmente, o termo "*nova fronteira dos biológicos*" ganha destaque para caracterizar o que, no lançamento do Programa Nacional de Bioinsumos, definiu-se como "*a terceira onda da agricultura brasileira depois do Plantio Direto e dos sistemas integrados como lavoura-pecuária-floresta*".

O conhecimento das relações mutuamente benéficas que as plantas mantêm com os microrganismos, tanto aqueles no solo quanto os conhecidos como endofíticos, que residem nas estruturas da planta, como raízes, brotos, folhas e caules, tem crescido nas últimas décadas. O fato é que os cientistas estão apenas começando a entender esse "*mundo antidarwiniano*", baseado na evolução por meio da cooperação, ao invés da competição (Shaw, 2018). No Brasil, nomes como Ana Primavesi, Johanna Döbereiner e Shiro Miyazaka influenciaram as novas gerações e foram fundamentais para o estabelecimento da semente deste conhecimento que gerou toda essa revolução que somente décadas após iria surgir. E os esforços em pesquisas, desenvolvimento e inovação de bioinsumos no país aumentam a cada ano, seja por iniciativa pública, privada ou de parcerias entre ambas, ainda que tímidos se comparado aos investimentos nos sistemas químicos de síntese. O Brasil tem enorme potencial no segmento de bioinsumos, tanto pela sua megabiodiversidade como fonte de matéria-prima e quanto pelo mercado com sua extensa área de agricultura, pecuária e floresta. Essa pujança requer um modelo econômico baseado no uso sustentável de recursos naturais, com aumento de investimentos em pesquisas e fomento para inovações no segmento de bioinsumos e consequente fortalecimento da bioeconomia do Brasil.

Um clássico e ao mesmo tempo moderno método de controle de pragas e doenças em plantas é o controle biológico. Esse método é tradicionalmente definido como o controle de uma praga (inseto, nematóide, microrganismo patogênico, entre outros) através de outro organismo vivo (micro ou macro), chamado agente de biocontrole, podendo prevenir, reduzir ou erradicar a infestação de pragas ou doenças nas culturas. O controle biológico é caracterizado por relações ecológicas que envolvem a competição do homem com as pragas por recursos naturais (ex.: plantas cultivadas e produção agrícola) e a presença do agente de controle biológico como aliado do homem e inimigo natural da praga (FONTES et al., 2020). A proteção à planta ocorre através de diversos mecanismos de defesa, atuando diretamente sobre o patógeno, principalmente através da antibiose e do parasitismo, impedindo sua penetração na planta ou causando sua morte, ou indiretamente através da indução de mecanismos de defesa da própria planta.

Alguns bioinsumos também possuem aptidão direta para controle fitossanitário e consequente promoção da sanidade vegetal. Os principais produtos biológicos ou microbiológicos à disposição do agricultor são inseticidas/acaricidas, fungicidas e nematicidas, tanto microbiológicos (fungos, bactérias, vírus e nematóides) como macrobiológicos (parasitóides e predadores). Para fungicidas e nematicidas o mais comum são produtos microbiológicos. No Brasil, ainda não estão disponíveis herbicidas biológicos registrados, apesar de existirem pesquisas. Uma questão peculiar e que promove o uso desses bioinsumos é que eles são registrados para o alvo a ser controlado, podendo ser utilizados em qualquer cultura que o alvo ocorra, diferente dos agrotóxicos químicos que possuem restrição de culturas, conforme bula do produto. Em exceção, alguns semioquímicos e outros agrotóxicos podem ser recomendado para os alvos biológicos.

Exemplo mundialmente conhecido de microrganismo com evidente ação de biocontrole a fitopatógenos são os fungos do gênero *Trichoderma*, sendo que os primeiros registros foram em 1936, no controle de doenças causadas em citros por *Rhizoctonia solani* (MACHADO et al., 2012). O primeiro produto à base de *Trichoderma* foi disponibilizado em 1987, e desde então os principais produtos registrados são à base de *Trichoderma harzianum, T. asperellum, T. koningiopsis e T. stromaticum* e sua aplicação ocorre em diversas culturas de importância agrícola (MEYER et al., 2019). Outros exemplos de sucesso com o controle biológico, desta vez no Estado de Santa Catarina, foram obtidos sobre pragas como o mandarová-da-mandioca (*Erinnis ello*), com o uso do vírus *Baculovirus erinnyis* em mandioca e para o moleque-da-bananeira (*Cosmopolites sordidus*), com o uso do fungo Beauveria bassiana em plantio de banana (VISCONTI et al., 2012; 2017).

De acordo com Almeida (2020), aumentar a quantidade de agentes de controle biológico é um dos desafios a serem vencidos para a eficiência na agropecuária brasileira e, com a demanda por inseticidas microbiológicos crescendo, se faz necessário aumentar e melhorar as biofábricas que tornam a produção desses agentes possível. Alguns exemplos de destaque, segundo Almeida (2020), via Instituto Biológico, e segundo Mello et al. (2003), via Embrapa/Cenargen, são: controle de *Mahanarva fimbriolata* na cana-de-açúcar e *Deois flavopicta* em pastagens com isolados de *Metarhizium anisopliae*; controle de *Cosmopolites sordidus* em banana, *Dalbulus maidis* em milho, *Tetranychus urticae* em hortaliças, e flores e *Bemisia tabaci* em diversas culturas com o fungo *Beauveria bassiana*; controle de psilídeos e mosca-branca via fungo *Isaria fumosorosea*; controle especialmente de lepidópteros praga (ex. *Anticarsia gemmatalis* na soja), via o vírus patogênicos a insetos Baculovírus e via fungos entomopatogênicos como *Nomuraea rileyi* e *Bacillus sp.* Nesse sentido, os esforços de pesquisa e inovação nas últimas décadas

colocaram o Brasil como líder mundial em tecnologias de controle biológico[13].

Na propriedade rural, uma questão que promove bioinsumos locais é o próprio manejo da paisagem, que por meio da diversificação dos ambientes agrícolas, desfavorece as pragas ao agir diretamente sobre elas. Ainda que o manejo da paisagem possa ter efeito direto no controle de pragas, tal diversidade pode também agir indiretamente, ao beneficiar macro e microrganismos benéficos, tais como os inimigos naturais das pragas, favorecendo o controle e atuando como um importante reservatório biológico. As plantas atrativas para inimigos naturais apresentam positiva contribuição no controle biológico de pragas agrícolas (AGUIAR-MENEZES; SILVA, 2011). E se considerarmos o cultivo de forma consorciada ou a rotação de plantios nessas áreas, o produtor rural poderá favorecer além do controle biológico (TOGNI et al., 2018), a fixação biológica de nitrogênio, a ciclagem de nutrientes, a melhora das características físico-químicas do solo e a consequente conservação da água e do solo. Esse complexo trabalho garante o uso adequado da biodiversidade circundante, utilizando a biodiversidade pelo conceito da funcionalidade, ou seja, aplicada em benefício dos sistemas produtivos.

Podemos considerar que o Sistema de Plantio Direto de Hortaliças – SPDH, é um exemplo de manejo da paisagem. Uma vez que esse sistema é baseado em princípios orientados para promover a saúde das plantas, dos solos, dos profissionais da agricultura, de suas famílias e consumidores. As bases do SPDH agem positivamente nas relações naturais de complexidade, como área de cultivo, melhorando a interligação das unidades familiares de produção num desenho de florestas, bosques e corredores ecológicos, atualmente em estágio avançado de recuperação (FAYAD et al., 2019).

Outro importante grupo de bioinsumos são os biofertilizantes, e seu uso seja para a introdução de comunidades microbianas com atividade antagonista a fitopatógenos habitantes do solo, seja para promover o desenvolvimento das plantas, é realidade cada vez mais comum (VISCONTI et al., 2017). Muitos são os exemplos de preparados utilizados como biofertilizantes, especialmente na agricultura orgânica. Desenvolvido pela Embrapa, o Hortbio® é um exemplo de fertilizante orgânico aeróbio utilizado na forma líquida produzido com base em resíduos agroindustriais, carboidratos e micro-organismos do solo (SOUZA et al., 2012) além de promover vários benefícios devido a suas propriedades agronômicas (FONTENELLE et al., 2017).

[13] Brasil é líder mundial em tecnologias de controle biológico. Embrapa Cerrados, 2019. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/46366490/brasil-e-lider-mundial- em-tecnologias-de-controle-biologico

Outro exemplo de biofertilizante, desenvolvido pela empresa pública Epagri, em Santa Catarina, refere-se aos formulados com resíduos marinhos, casca de camarão ou farinha de peixe, os quais promovem o desenvolvimento de comunidades microbianas com atividade quitinolítica, para o controle de fitopatógenos habitantes do solo (VISCONTI et al., 2017).

Dentre os principais grupos de microrganismos utilizados ou testados para a produção de biofertilizantes, merecem destaque aqueles do tipo "multifuncionais", tanto rizosféricos quanto endofíticos. Segundo Gomes et al. (2016), a multifuncionalidade está relacionada à capacidade de produzir enzimas, fitohormônios e substâncias que favorecem o desenvolvimento e proteção das plantas. Microrganismos multifuncionais possuem características de biofertilização, como a fixação de N e solubilização de fosfato pela produção de ácidos orgânicos e de enzimas da classe das fosfatases, entre elas as fitases. É desejável que este grupo inclua também a produção de enzimas hidrolíticas, como celulases, xilanases, amilases, pectinases, lipases e proteases, sideróforos, fitoestimulantes (fitohormônios) e outras características de biocontrole associadas.

Graças et al. (2015) realizaram ampla revisão intitulada "*Microrganismos estimulantes na agricultura*", e faz referência aos efeitos dos microrganismos presentes na rizosfera, especialmente as rizobactérias, sobre o desenvolvimento vegetal, bem como o potencial de aplicação das RPCP (Rizobactérias Promotoras do Crescimento de Plantas) nas principais espécies cultivadas, com vários exemplos para cana-de-açúcar, milho, soja e cebola. Alguns dos representantes do grupo de RPCP incluem *Azotobacter, Azospirillum, Acinetobacter, Agrobacterium, Arthrobacter, Bacillus, Burkholderia, Pseudomonas, Serratia, Streptomyces, Rhizobium, Bradyrhizobium, Mesorhizobium, Frankia e Thiobacillus*, os quais podem viver associados ou em simbiose com as plantas auxiliando no processo natural de nutrição ou até mesmo como regeneradores do solo (WANI; GOPALAKRISHNAN, 2019).

Esses e muitos outros exemplos, mostram que o uso de produtos, práticas e processos baseados nos bioinsumos são um sucesso na melhoria das condições do sistema produtivo e que consequentemente, interferem na sanidade das plantas. Conhecer essas experiências e saber como usá-las é fundamental para o desenvolvimento de sistemas produtivos sustentáveis.

Há um aplicativo - APP, disponibilizado por ocasião do lançamento do Programa Nacional de Bioinsumos, chamado "*aplicativo bioinsumos*". Esse APP é de download gratuito e está disponibilizado nas versões iOs e Android e foi desenvolvido pelo MAPA em parceria com a Embrapa. Nesse APP encontram-se disponibilizados e com fácil acesso, 265 produtos para controle de pragas e doenças, registrados no MAPA, podendo ser utilizados em qualquer cultura em que ocorra o alvo. Traz o nome

comum da praga, o nome científico, fotos, classe toxicológica e a forma de aplicação. Esse APP tem se mostrado como uma excelente forma de reunir informações úteis sobre os bioinsumos para controle de pragas e doenças disponíveis no Brasil.

As contribuições até aqui são para subsidiar um debate tecnológico da não utilização ou redução do uso de insumos químicos, até agora visto preponderantemente como uma questão ecológica, de insegurança ou de regulamentação pública cada vez mais limitante. Os bioinsumos também abrem uma reflexão sobre soluções tecnológicas que favoreçam a produção local de insumos, quando episódios como o da Covid-19 mostraram o risco de alta dependência de importações de insumos. Nessa lógica, o apoio dessas iniciativas passa não somente pelo fomento, estímulo, informação e promoção, mas também, pelo fortalecimento de um sistema normativo que acolha as particularidades dos bioinsumos e seja capaz de garantir segurança e oferta de produtos de qualidade no mercado, tema este, a ser discutido a seguir.

Marco regulatório para o registro de insumos destinados à produção vegetal: panorama pré Decreto nº 10.375, de 26 de maio de 2020.

Antes da instituição do Programa Nacional de Bioinsumos, o marco regulatório ligado ao registro de insumos destinados à produção vegetal apresentava relativa adequação ao conceito de "*bioinsumo*" trazido pelo Programa. Esse entendimento é possível porque há algumas similaridades conceituais entre os bioinsumos e os insumos de uso permitido na agricultura orgânica, entre elas o estímulo ao uso de práticas sustentáveis de produção e à preservação da biodiversidade. Porém, diferentemente desses insumos, os bioinsumos têm uma proposta de uso mais abrangente, incluindo não somente os sistemas orgânicos e de base agroecológica, como também outros sistemas sustentáveis de produção, como os sistemas agroflorestais e o sistema de plantio direto, por exemplo. Por isso, o marco regulatório dos bioinsumos deverá ser construído, e, para tanto, será necessária a análise do atual conjunto de normas de registro dos insumos agrícolas, a fim de identificar os conflitos normativos e de obter colaboração na discussão e proposição de normas específicas referentes aos bioinsumos, com escopo no Programa e seus registros.

A legislação federal relacionada aos insumos destinados à agricultura categoriza-os nos seguintes grupos: fertilizantes, corretivos, inoculantes, biofertilizantes, remineralizadores, substrato para plantas, agrotóxicos e afins, sementes, mudas e insumos de uso permitido em sistemas orgânicos de produção vegetal (Tabela 1).

Tabela 1 - Legislação federal contendo os atos normativos - Instrução normativa (IN) e Instrução normativa conjunta (INC) - relacionada aos insumos destinados à agricultura compilada dos órgãos competentes.

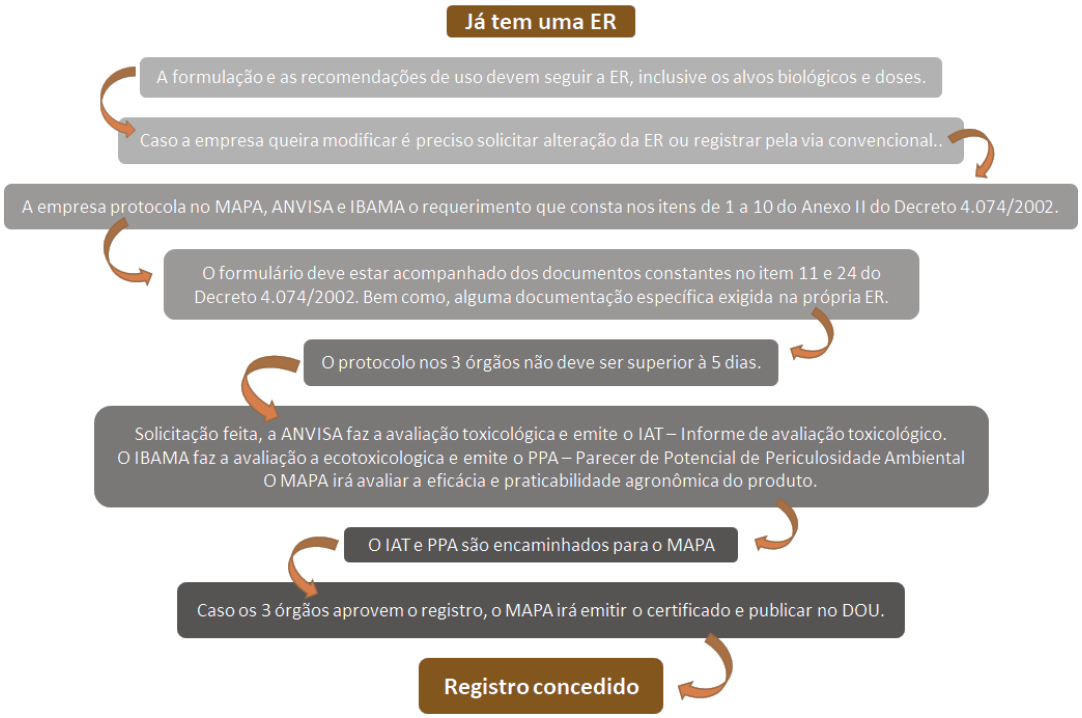
Legislação		Insumo	Principais atos normativos
Lei nº 6.894, de 16/12/1980	Decreto no 4.954, de 14/01/2004 e Instrução Normativa no 53, de 23/10/2013	Fertilizantes, corretivos, inoculantes, biofertilizantes remineralizadores e substrato para plantas	IN 61, de 08/07/2020 – Fertilizantes orgânicos e biofertilizantes IN 39, de 08/08/2018 – Fertilizantes minerais IN 05, de 10/03/2016 – Remineralizadores e substrato para plantas IN 13, de 24/03/2011 – Inoculantes IN 35, de 04/07/2006 – Corretivos IN 27, de 05/06/2006 – Limites de concentrações máximas admitidas para contaminantes
Lei no 7.802, de 11/07/1989	Decreto no 4.074, de 04/01/2002	Agrotóxicos e afins	IN 42, de 05/07/2002 – Nomes científicos depragas INC 25, de 14/09/2005 – Registro Especial Temporário – RET INC 32, de 26/10/2005 – Produtos bioquímicos INC 1, de 23/01/2006 – Produtos semioquímicos INC 2, de 23/01/2006 – Produtos biológicos INC 3, de 10/03/2006 – Produtos microbiológicos INC 2, de 20/06/2008 – Impurezas toxicologicamente relevantes IN 36, de 24/11/2009 – Eficácia agronômica e credenciamento de entidades de pesquisa INC 1, de 18/04/2013 – Alteração de formulação INC 1, de 28/06/2017 – LMR's em produtos vegetais in natura IN 16, de 18/05/2017 – Rótulos e bulas Ato 7, de 12/03/2010 – Semioquímicos Ato 29, de 07/072011 – Agentes biológicos de controle Ato 6, de 23/01/2014 – Agentes microbiológicos de controle Ato 88, de 12/12/2019 – Alteração pós-registro de produto fitossanitário com uso aprovado na agricultura orgânica
Lei no 10.711, de 05/08/2003 e Lei no 9.456, de 25/04/1997	Decreto no 5.153, de 23/07/2004 e Decreto no 2.366, de 05/11/1997	Sementes e mudas e proteção de cultivares	Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas
Lei no 10.831, de 23/12/2003	Decreto no 6.323, de 27/12/2007 e Decreto nº 6.913, de 23/07/2009	Insumos de uso permitido em sistemas orgânicos de produção vegetal	IN 38, de 02/08/2011 – Regulamento técnico para a produção de sementes e mudas em sistemas orgânicos de produção IN 46, de 06/10/2011 – Regulamento técnico para os sistemas orgânicos de produção, bem como as listas de substâncias e práticas permitidas INC SDA/SDC/ANVISA/IBAMA 01, de 24/05/2011 – Registro de produtos fitossanitários com o uso aprovado para agricultura orgânica INC SDA/SDC 02, de 12/07/2013 – Especificação de ref. 1 a 15 INC SDA/SDC 01, de 06/02/2015 – Especificação de ref. 16 a 20 INC SDA/SPRC 01, de 06/11/2015 – Especificação de ref. 21 a 27 INC SDA/SMC 01, de 28/11/2017 – Especificação de ref. 28 a 29 INC SDA/SMC 01, de 16/04/2018 – Especificação de ref. 30 INC SDA/SMC 02, de 29/08/2018 – Especificação de ref. 31 a 36 IN SDA 25, de 04/09/2019 – Especificação de ref. 37 a 40 IN SDA 36, de 13/12/2019 – Especificação de ref. 41 a 43

Fonte: Elaborado pelo autor.

No tocante aos produtos fitossanitários, por exemplo, desde 2006 os procedimentos de registro de produtos à base de agentes biológicos e microbiológicos de controle, semioquímicos e bioquímicos já integravam o arcabouço normativo. Em 2011, foram normatizados os procedimentos para o registro de produtos fitossanitários com uso aprovado para a agricultura orgânica, o regulamento técnico para os sistemas orgânicos de produção, bem como as listas de substâncias e práticas permitidas para uso em tais sistemas. A partir daí os produtos fitossanitários com eficiência agronômica, baixa toxicidade e baixo impacto ambiental, passíveis de uso na agricultura orgânica, dispuseram de processo de registro prioritário e simplificado, precedido do estabelecimento de especificações de referência. Conforme inciso XLVIII do art. 1o e § 2o do art. 10-D, ambos artigos do Decreto 4074, de 04/01/2002 (incluídos pelo Decreto 6.913, de 23/07/2009), especificações de referência são as especificações e garantias mínimas que os produtos fitossanitários com uso aprovado na agricultura orgânica deverão seguir para obtenção de registro, e serão estabelecidas com base em informações, testes e estudos agronômicos, toxicológicos e ambientais realizados por instituições públicas ou privadas de ensino, assistência técnica e pesquisa, em procedimento coordenado pelo setor de agricultura orgânica do MAPA.

Conforme estabelece o art. 2o do Anexo I da INC SDA/SDC/ANVISA/IBAMA 01, de 24/05/2011, a Coordenação de Agroecologia – COAGRE, atual Coordenação da Produção Orgânica - CPOR, do MAPA, é responsável por identificar os produtos fitossanitários prioritários para o estabelecimento de especificações de referência, tendo por base a demanda da rede de produção orgânica apresentada pelas Comissões da Produção Orgânica nas Unidades da Federação (CPOrgs-UF). Os pedidos de registro são analisados pelo MAPA, ANVISA e IBAMA e após o atendimento de eventuais pendências ou solicitações, o MAPA emite o registro. O primeiro passo é verificar se o seu produto já tem uma especificação de referência (ER). Se ele tiver uma ER, o registro pode ser concedido pelo MAPA conforme atendimento de algumas prerrogativas (Figura 1). Se o produto não tem um ER, é fundamental, pedir primeiramente a publicação desta (Figura 2) para então, solicitar o registro (Figura 1).

Figura 1 - Fluxograma detalhado para registro de produto fitossanitário com uso aprovado para a agricultura orgânica - FITORG, com especificação de referência (ER).



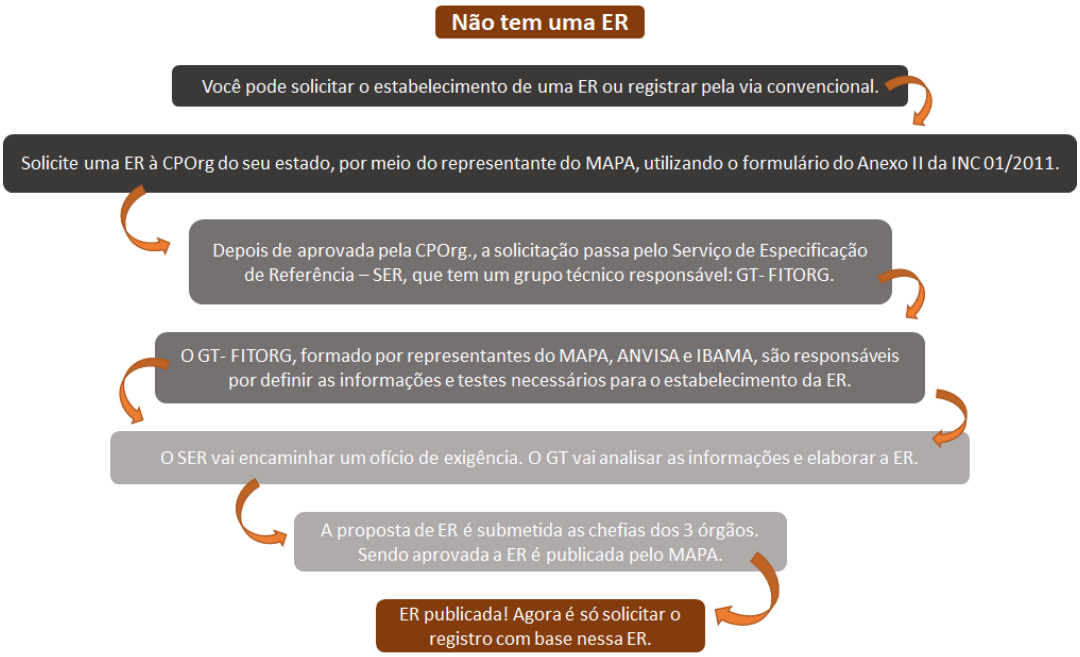
Fonte: Elaboração própria dos autores a partir de dados obtidos no Mapa.

Em relação aos fertilizantes e correlatos, diferentemente do que aconteceu com os produtos fitossanitários, não fora estabelecida norma específica para o registro de produtos destinados à agricultura orgânica. Como alternativa, após o registro do produto dentro do procedimento normativo ordinário, caso ele atenda aos artigos 117-A ou 117-C da IN nº 46, de 06/10/2011, e conste do Anexo V da referida IN, o fabricante/detentor do registro pode obter certificação orgânica ou atestação de aprovação para uso na produção orgânica, respectivamente.

O conjunto das regras sobre definições, exigências, especificações, garantias, tolerâncias, registro, embalagem e rotulagem dos fertilizantes e correlatos é bastante avançado e passou por diversas atualizações ao longo da última década. Recentemente, através da publicação da IN no 61, de 08/07/2020, foram definidas as especificações e garantias mínimas para os biofertilizantes. Apesar disso, há alguns tipos de insumos que ainda carecem de atualização normativa. É o caso dos inoculantes formulados com bactérias associativas ou microrganismos promotores de crescimento de plantas e dos corretivos conhecidos como condicionadores do solo, especificamente aqueles que promovem a melhoria da atividade biológica do solo. A última atualização normativa dos corretivos e inoculantes ocorreu, respectivamente,

em 2006 e 2011. De lá para cá, as pesquisas científicas relacionadas a estes insumos têm indicado resultados agronômicos interessantes, e, considerando os potenciais benefícios do uso e sua afinidade com práticas sustentáveis de manejo do solo, a atenção do setor produtivo para estes insumos tem aumentado sensivelmente nos últimos anos.

Figura 2 - Fluxograma detalhado para obtenção de especificação de referência (ER) para solicitação de registro de produto fitossanitário com uso aprovado para a agricultura orgânica - FITORG.



Fonte: Elaboração própria dos autores a partir de dados obtidos no Mapa.

Um dos gargalos no processo de registro dos inoculantes supramencionados, é a proposição e validação de métodos para a identificação e contagem dos microrganismos declarados e para avaliação da pureza. Tais métodos são necessários não somente para a execução do controle de qualidade durante o processo produtivo, mas também para que a fiscalização de produto possa ser exercida pelo MAPA. Neste sentido, é imprescindível a intensificação dos estudos científicos relacionados a estes insumos com vistas não somente à eficiência agronômica, mas também ao aprimoramento técnico-legal das metodologias de análise.

Uma polêmica que cerca os insumos agrícolas destinados à produção vegetal é a possibilidade de formulação comercial com dupla aptidão de uso, que poderia atuar como agente microbiológico de controle e como biofertilizante, por exemplo. Atualmente, o interessado em registrar um produto com dupla

aptidão de uso, deverá optar pelo registro de uma das aptidões ou então, caso queira optar pelo registro das duas, deverá requerer o registro no MAPA de dois produtos distintos, um amparado pela Lei no 7.802, de 11/07/1989 e outro pela Lei no 6.894, de 16/12/1980. Nos últimos anos, a indústria de fertilizantes tem demonstrado interesse no uso de compostos orgânicos e/ou microrganismos na fabricação de seus produtos. Os compostos orgânicos, aliás, já são amplamente utilizados na fabricação de fertilizantes como agentes quelantes e complexantes orgânicos e, mais recentemente, como matéria-prima na fabricação de biofertilizantes. É o caso das substâncias húmicas, dos aminoácidos, dos extratos vegetais e dos extratos de algas e de microalgas. Em relação aos microrganismos, entretanto, só há previsão normativa de uso na fabricação de inoculantes ou agentes microbiológicos de controle, não se estendendo aos fertilizantes ou biofertilizantes.

Eventual proposição normativa relacionada à extensão de uso deverá necessariamente ser precedida de estudos técnico-científicos que investiguem se as formulações/veículos de fertilizantes ou biofertilizante podem afetar a viabilidade dos microrganismos adicionados ao produto comercial. Outra questão que merece atenção é se o processo de registro de fertilizantes, biofertilizantes ou condicionadores de solo que contenham microrganismos em sua formulação, poderia dispensar os estudos relacionados à saúde e ao meio ambiente, a exemplo de como já ocorre no registro de inoculantes. De toda forma, esse é apenas um dos desafios para se discutir na possibilidade de proposição de um marco normativo para os bioinsumos.

Uma informação relevante, dentro desse escopo de bioinsumos e que afeta diretamente a produção vegetal, relaciona-se ao panorama normativo de sementes e mudas, principalmente pelo estímulo ao uso em sistemas diversificados e sua conservação. A produção, comercialização e utilização sementes e mudas são regidas pelas Leis no 10.711, de 05/08/2003 e 9.456, de 25/04/1997, que, respectivamente, dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudas e institui a proteção dos direitos relativos à propriedade intelectual sobre cultivares. Considerando a estreita ligação dos bioinsumos com a manutenção da agrobiodiversidade e com o estímulo às experiências locais de uso e conservação de recursos genéticos vegetais, especialmente a agricultura familiar poderia beneficiar-se com o desenvolvimento de um marco regulatório específico para as sementes crioulas e variedades locais. A produção e a comercialização desse tipo de insumo ainda estão envolvidas em impasses normativos e, além disso, há disputas e pressões dos segmentos de produtores de sementes e mudas protegidas. A lei que estabelece o marco para

produção e comercialização de sementes comerciais no Brasil havia definido legalmente as sementes crioulas (art. 2o , XVI, Lei no 10.711/2003), excluindo-as da obrigatoriedade do Registro Nacional de Cultivares – RNC (art. 11, § 6o) e isentando seus produtores de inscrição no Registro Nacional de Sementes e Mudas – Renasem (art. 8o , § 3o). [...] Apesar disso, e em conflito com a própria lei de sementes, o decreto que a regulamentou, Decreto no 5.153/2004, circunscreveu o uso desses materiais aos associados de "organizações constituídas exclusivamente por agricultores familiares, assentados da reforma agrária ou indígenas que multipliquem sementes ou mudas de cultivar local, tradicional ou crioula para distribuição aos seus associados" (art. 4o § 3o) (FERNANDES, 2017).

Por fim, é seguro afirmar que o Programa Nacional de Bioinsumos poderá trazer resultados positivos para os processos de registro de insumos para uso na produção vegetal. Entre esses resultados o aprimoramento normativo e a edição de manuais de boas práticas destinados às unidades produtoras de bioinsumos, as biofábricas. O uso de manuais de boas práticas por estabelecimentos produtores/formuladores, constitui-se em importante ferramenta para a implementação e execução de sistemas de controle de qualidade mais eficientes e versáteis. Além disso, no âmbito administrativo, a apresentação destes manuais nos processos de registro poderia reduzir o tempo de análise e concessão dos registros pelo órgão fiscalizador.

Entretanto, em que pese a legislação federal e os marcos normativos existentes nos órgãos responsáveis pelo registro e controle, é seguro que muitos desafios estão em pauta. Fomentar produtos e processos que têm em seu componente a biodiversidade brasileira, passa por várias análises entre leis, normas e princípios que trarão certamente, uma grande inovação para o marco em torno do tema dos bioinsumos.

Programa Nacional de Bioinsumos

O Decreto nº 10.375, de 26 de maio de 2020, instituiu o Programa Nacional de Bioinsumos e seu Conselho Estratégico. O decreto é descrito em 15 artigos que versam sobre a sua instituição e a estrutura de sua governança, o estabelecimento de conceitos técnicos para a aplicação da norma, inclusive a instituição de um Colegiado multi setorial para formular o planejamento estratégico do Programa, coordenado pelo MAPA.

O Programa Nacional de Bioinsumos (Figura 3) tem como finalidade ampliar e fortalecer a utilização de bioinsumos no país fortalecendo a sustentabilidade da agricultura e pecuária brasileira. Nasceu de uma demanda do setor de orgânicos explicitada no Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica - Planapo II, pela necessidade de desenvolvimento de uma base de tecnologias adaptadas que atendesse aos sistemas produtivos animal e vegetal. Somada a essa demanda, o setor de produção convencional brasileiro é um grande usuário dos insumos de base biológica, tendo exemplos de sucesso já bastante conhecidos, tais como o uso de inoculantes para cultivo da soja e o uso de controle biológico em vários cultivos, ambos citados anteriormente. Para além destes, o uso de outras práticas e técnicas para a produção animal e o processamento e conservação de produtos, também são bastante utilizados.

O Programa apresenta como objetivos estratégicos:

- Estabelecer base conceitual dos bioinsumos e os assuntos relacionados;

- Realizar levantamento e análise da legislação correlata ao tema, com indicação dos principais entraves legais e impactos destes itens na execução de uma política e na elaboração de marco regulatório;

- Sistematizar informações sobre produção, uso e consumo de bioinsumos e sua dinâmica de mercado;

- Promover a instalação de Unidades produtoras de bioinsumos, as biofábricas, a serem fomentadas nas diferentes regiões do país, com foco na agricultura familiar e juventudes e também estimulando as inovações no agro, envolvendo cooperativas, pequenos e médios agricultores e produtores, startups e empresas de médio porte;

- Consolidar um catálogo nacional de bioinsumos, cuja primeira versão está disponibilizada em forma de aplicativo, conforme informado anteriormente;

- Implementar ações nacionais de informação sobre o potencial de uso e benefícios dos bioinsumos para a produção agropecuária no contexto da sustentabilidade, direcionadas à sociedade como um todo e com foco no setor produtivo;

- Criar ambiente favorável com possibilidades de implementação de instrumentos de fomento e custeio, por meio da oferta de crédito e acesso a instrumentos econômicos, para criação e/ou inclusão de modelos creditícios que possam beneficiar o setor de bioinsumos;

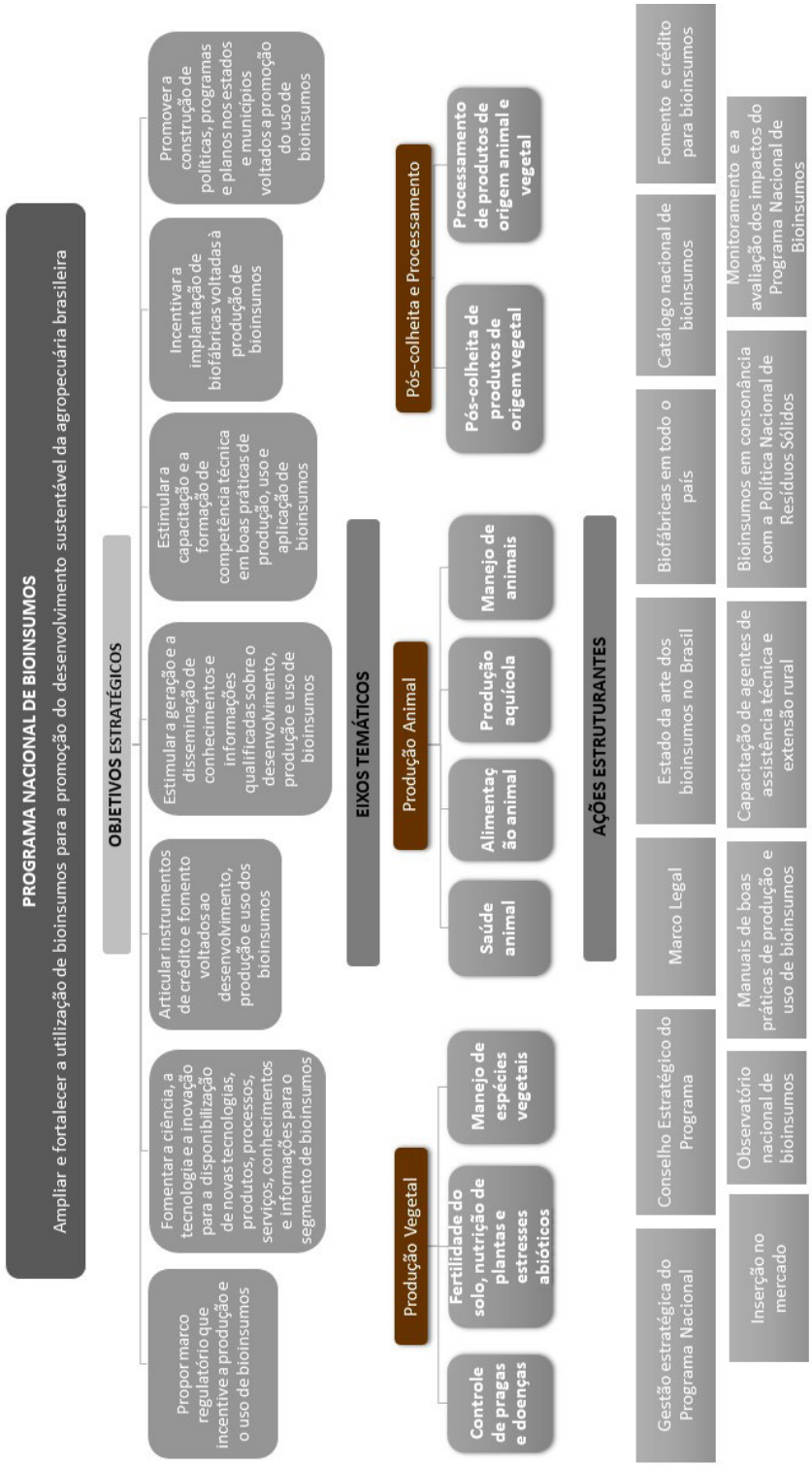
- Constituir um observatório para o tema dos bioinsumos que envolva o setor produtivo nacional e seja capaz de atualizar e gerar dados oficiais;

- Monitorar e avaliar os impactos das ações do programa nacional.

O Programa tem três grandes eixos temáticos de atuação: produção animal, produção vegetal e pós-colheita e processamento de produtos de origem animal e vegetal. Estes eixos compõem o escopo do programa e permitem que outros temas sejam incorporados ao longo da implementação e sempre que necessário e acordado no conselho estratégico.

No eixo temático de produção animal, estão os temas: saúde animal; alimentação animal; manejo animal e produção aquícola. O tema 'Saúde animal' compreende as biovacinas, fitoterápicos, biovermífugos, homeopáticos e outros. Na 'Alimentação animal' estão contemplados os probióticos, suplementos, rações e outros. O 'Manejo de raças animais em sistemas diversificados' compreende as práticas de manejo de espécies animais que apresentem equilíbrio entre rusticidade e produtividade com base orgânico e agroecológica. Na 'Produção aquícola', busca-se promover a alimentação, sanidade, tratamento de efluentes entre outros.

Figura 3 - Representação esquemática do programa nacional de bioinsumos com objetivo geral e específicos, eixos temáticos e ações estruturantes.



Fonte: Elaborado pelo autor.

No eixo temático da produção vegetal, estão os temas: sanidade vegetal; fertilidade do solo, nutrição de plantas e estresses abióticos; manejo de espécies. A 'Sanidade' que trata do manejo e controle de pragas e doenças envolve os bioacaricidas, biofungicidas, feromônios, bioinseticidas entre outros. Na 'Fertilidade do solo, nutrição de plantas e estresses abióticos' estão os inoculantes, biofertilizantes, bioestimulantes, condicionadores de solo e outros. Quando se considera o tema 'Manejo de espécies vegetais em sistemas diversificados', busca-se o uso e promoção de espécies tradicionais e crioulas com base no orgânico e agroecológica.

E finalmente, no eixo de pós-colheita e processamento de produtos de origem animal e vegetal, estão os temas relativos a higienização, conservação, embalagens. No tema 'Pós-colheita de produtos de origem vegetal' estão contemplados os higienizantes, bioconservantes, embalagens e outros. Para o 'Processamento de produtos de origem animal e vegetal' estão contemplados os sanitizantes, bioestabilizantes, biofilmes entre outros.

Cada um dos eixos temáticos do Programa, foi concebido para discutir as ações de:

Gestão, com a função de manter atualizado o estado da arte do tema; Aspectos regulatórios, para discutir e propor alterações sobre normas específicas do eixo e tema, conforme especificidade, para facilitar os processos de registro de produtos;

Fomento para incentivar o setor de bioinsumos com a disponibilização de políticas específicas relativas a crédito e subsídios para estimular a produção e a comercialização de bioinsumos;

Pesquisa, desenvolvimento e inovação a partir da priorização de demandas no tema a fim de fomentar o desenvolvimento de pesquisas que garantam inovação e o avanço na construção do conhecimento acerca dos diferentes componentes do eixo; e,

Capacitação, transferência de tecnologias e comunicação para promover o uso e as boas práticas de produção dos bioinsumos por meio de treinamentos, campanhas de divulgação, promoção de eventos etc, em nível nacional e internacional.

A gestão do Programa Nacional de Bioinsumos está baseada em ações estruturantes, capazes de abarcar todas as ações a serem implementadas. As ações estruturantes são: Realizar a gestão estratégica do Programa Nacional; Instituir

Conselho Estratégico do Programa; Discutir tratamento legal específico para registro que contemple as multifuncionalidades dos bioinsumos; Sistematizar informações sobre o estado da arte dos bioinsumos no Brasil; Incentivar a implantação de biofábricas de bioinsumos em todo país, principalmente na regiões norte, nordeste e centro-oeste; Editar o catálogo nacional de bioinsumos; Articular estratégias de fomento e crédito para inovação em bioinsumos; Estimular a inserção no mercado de produtos, processos e tecnologias para pós-colheita e processamento obtidos a partir da concepção de bioinsumos; Instituir o observatório nacional de bioinsumos; Consolidar manuais de boas práticas de produção e aplicação de bioinsumos em parcerias com empresas de pesquisas públicas (federal, estadual e municipal) e universidades; Apoiar a capacitação de agentes de assistência técnica e extensão rural e outros vinculados a cadeia produtiva sobre o uso de bioinsumos; Promover o desenvolvimento de tecnologias para uso como bioinsumos em consonância com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS); Articular com parceiros a formação de competência profissional específica na área de bioinsumos; Realizar ações nacionais para promoção de uso dos bioinsumos; Realizar o monitoramento e a avaliação dos impactos do Programa Nacional de Bioinsumos.

O Programa Nacional foi construído em diálogo com o setor produtivo e representações das diferentes esferas de produção, comercialização e consumo. Na sua concepção buscou agregar pesquisa, ensino, extensão e setor produtivo como indissociáveis para impactar nos resultados e se constituir realmente em um programa estruturante. Nesse diálogo, ficou claro que a formação de competência profissional para o tema, bem como ações de promoção de produção e uso, são fundamentais para ampliar o setor, trazendo sempre a estratégia das boas práticas para esse cenário. Igualmente, o escopo do Programa Nacional apresenta forte relação com outras ações e políticas nacionais e internacionais.

Para destacar uma dessas relações, o Programa Nacional de Bioinsumos tem um potencial de apoio importante com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Os setores agrícola e agroindustrial brasileiros produzem uma grande quantidade de resíduos orgânicos, de origem vegetal e animal. Esses resíduos contêm macro e micronutrientes que foram extraídos dos solos agrícolas pelas colheitas ou pelo pastejo. Estima-se que a quantidade de nutrientes contida somente nos resíduos da produção animal no Brasil, supere a quantidade de nutrientes utilizada na agricultura brasileira na forma de fertilizantes (BENITES, 2020). A PNRS estabelece os instrumentos para avanços na gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos no território nacional, ressaltando a possibilidade de adoção de tecnologias visando à recuperação energética dos resíduos sólidos urbanos. Reutilizar, reciclar, transformar e valorizar resíduos, com

vistas a reduzir a quantidade de resíduos e rejeitos encaminhados para disposição final ambientalmente adequada são temas importantes a serem estimulados no Programa Nacional de Bioinsumos.

Assim, espera-se que, a partir da instalação do conselho estratégico do Programa, as ações de implementação possam ser realizadas por meio da priorização de investimento de tempo e recursos financeiros, valendo-se das ações estruturantes e dos indicadores de resultados e que o Programa Nacional de Bioinsumos impacte muito positivamente no setor de produção agrícola e pecuária do país, fortalecendo a soberania do Brasil por insumos sustentáveis para os sistemas produtivos.

Considerações

Os bioinsumos são uma realidade no país. O Brasil sem dúvida será a maior referência mundial no setor, especialmente por conter uma inestimável e potencial biodiversidade e geodiversidade. Há tecnologia, conhecimento, redes e muitos desafios produtivos que podem estimular o desenvolvimento de alternativas a partir dos bioinsumos, sempre e desde que, as iniciativas públicas apoiem esses processos. Um bom exemplo desse desenvolvimento tecnológico foi o lançamento em 2020 pela Embrapa, da metodologia para analisar atividade biológica do solo, BioAS – Tecnologia de Bioanálise de Solo, uma tecnologia que agrega o componente biológico às análises de rotina de solos.

Fica claro que há muitos desafios regulatórios para os bioinsumos, como por exemplo sua multifuncionalidade e formas de produção - dentro e fora da propriedade. A parceria entre as iniciativas privadas e a velocidade dos processos que ocorrem no agro, como as startups e outras relacionados ao Agro 4.0 merecem um monitoramento constante e direto para redirecionamento das estratégias públicas. Outra questão muito relevante relaciona-se à formação de competência profissional para o setor. Se há intenção de impactar fortemente no tema dos bioinsumos, é fundamental investir em formação, capacitação, extensão rural e boas práticas. Só em uma ação coordenada com os diferentes agentes da rede de produção será possível obter resultados robustos e estruturais que garantam a continuidade das ações.

Os bioinsumos representam o novo, o moderno, instrumentaliza a bioeconomia, dialoga com a sustentabilidade em seu mais alto grau, nas políticas e programas internacionais como os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável; Codex Alimentarius e outras. Sem dúvida, o biológico é a nova fronteira de expansão para

os sistemas produtivos brasileiros. Há um potencial quase infinito em relação aos microrganismos para uso como agentes biológicos de controle. A sanidade das plantas tem nos bioinsumos uma outra possibilidade de inovar e trazer soluções eficientes e com baixo custo ambiental e à saúde humana, eliminando externalidades negativas e promovendo o Brasil a maior produtor e consumidor de bioinsumos do mundo.

Referências

AGUIAR-MENEZES, E.L.; SILVA, A.C. **Plantas atrativas para inimigos naturais e sua contribuição no controle biológico de pragas agrícolas**. Documentos 283, Embrapa Agrobiologia, Seropédica, Brasil. 2011.

ALMEIDA, J. E. M. Biofábricas para produção de micopesticidas no Brasil: oportunidades de negócio e inovações. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 3, n. 3, p. 2444-2557, 2020.

BENITES, V. M. **Bases tecnológicas para o desenvolvimento e validação de fertilizantes organominerais a partir de resíduos agrícolas e agroindustriais no Brasil**. Embrapa Solos, 2014. Projeto concluído. Disponível em: <https://www.embrapa.br/solos/busca-de-projetos/-/projeto/207228/bases-tecnologicas-para-o-desenvolvimento-e-validacao-de-fertilizantes-organominerais-a-partir-de-residuos-agricolas-e-agroindustriais-no-brasil >.Acesso em: 20 out. 2020.

Decreto nº 2.366, de 05 de novembro de 1997. Regulamenta a Lei nº 9.456, de 25 de abril de 1997, que institui a Proteção de Cultivares, dispõe sobre o Serviço Nacional de Proteção de Cultivares - SNPC, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1997/d2366.htm>. Acesso em 20 out. 2020.

Decreto nº 4.074, de 04 de janeiro de 2002. Regulamenta a Lei no 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1997/d2366.htm>. Acesso em 20 out. 2020.

Decreto nº 4.954, de 14 de janeiro de 2004. Aprova o Regulamento da Lei no 6.894, de 16 de dezembro de 1980, que dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, ou biofertilizantes, remineralizadores e substratos para plantas destinados à agricultura, e da outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d4954.htm>. Acesso em 20 out. 2020.

Decreto nº 5.153, de 23 de julho de 2004. Aprova o Regulamento da Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudas - SNSM, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5153.htm>. Acesso em 20 out. 2020.

Decreto nº 6.323, de 27 de dezembro de 2007. Regulamenta a Lei no 10.831, de 23 de dezembro de 2003, que dispõe sobre a agricultura orgânica, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/decreto/d6323.htm>. Acesso em 20 out. 2020.

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.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/d6913.htm>. Acesso em 20 out. 2020.

Decreto nº 10.375, de 26 de maio de 2020. Institui o Programa Nacional de Bioinsumos e o Conselho Estratégico do Programa Nacional de Bioinsumos. Recuperado de https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/d10375.htm.

FAYAD, J.A; ARL, V.; COMIN, J.J.; MAFRA, A.L.; MARCHESI, D. R. **Sistema de Plantio Direto de Hortaliças**. Epagri: Florianópolis, 2019. 538p.

FERNANDES, G. B. Sementes crioulas, varietais e orgânicas para a agricultura familiar: da exceção legal à política pública. *In*: SAMBUICHI et al. **A política nacional de agroecologia e produção orgânica no Brasil: uma trajetória de luta pelo desenvolvimento rural sustentável**. Brasília: IPEA, 2017, p. 327-357. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/144174_politica-nacional_WEB.PDF>. Acesso em: 31 out. 2020.

FONTENELLE, M. R. et al. (2017). **Biofertilizante Hortbio®: propriedades agronômicas e instruções para o uso**. Embrapa Hortaliças: Brasília. Circular Técnica 162, 11p.

FONTES, E.M.G.; PIRES, C.S.S. & SUJII, E.R. (2020). **Estratégias de uso e histórico In Controle biológico de pragas da agricultura**/ Eliana Maria Gouveia Fontes, Maria Cleria Valadares-Inglis, editoras técnicas. – Brasília, DF: Embrapa, p. 21-44.

GOMES, E.A.; SILVA, U.C.; PAIVA, C.A.O.; LANA, U.G.P.; MARRIEL, I.E.; SANTOS, V.L. **Microrganismos promotores do crescimento de plantas**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo; 2016. (Documentos 208). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/161283/1/ doc-208.pdf>

GOULET, F.; AULAGNIER, A. & HUBERT, M. Del reemplazo tecnológico al desplazamiento de fronteras: Las alterna*vas a los agroquímicos en Argentina, Brasil y Francia. In **Naturaleza y conocimientos en tensión: aportes al debate ambiental desde las ciencias sociales** / Ana Silvia Spivak L´Hoste… [et al.] -1a ed.- Ciudad Autónoma de Buenos Aires: 2020. p. 279-299.

GRAÇAS, J. P.; RIBEIRO, C.; COELHO, F. A. A.; CARVALHO, M. E. A. V.; CASTRO, P. R. C. **Microrganismos estimulantes na agricultura**. Piracicaba: ESALQ. 56 p. 2015.

Instrução Normativa Conjunta SDA/SDC/ANVISA/IBAMA no 1, de 24 de maio de 2011. Estabelece os procedimentos para o registro de produtos fitossanitários com uso aprovado para agricultura orgânica. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/organicos/legislacao/portugues/instrucao-normativa-conjunta-sda-sdc-anvisa-ibama-no-01-de-24-de-maio-de-2011.pdf/view>. Acesso em 20 out. 2020.

Instrução Normativa no 46, de 06 de outubro de 2011. Estabelece o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção, bem como as listas de substâncias e práticas permitidas para uso nos Sistemas Orgânicos de Produção. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/organicos/legislacao/portugues/instrucao-normativa-no-46-de-06-de-outubro-de-2011-producao-vegetal-e-animal-regulada-pela-in-17-2014.pdf/view>. Acesso em 20 out. 2020.

Instrução Normativa no 61, de 08 de julho de 2020. Estabelece as regras sobre definições, exigências, especificações, garantias, tolerâncias, registro, embalagem e rotulagem dos fertilizantes orgânicos e dos biofertilizantes, destinados à agricultura. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/legislacao/in-61-de-8-7-2020-organicos-e-biofertilizantes-dou-15-7-20.pdf/view>. Acesso em 20 out. 2020.

Lei no 6.894, de 16 de dezembro de 1980. Dispõe sobre a inspeção e a fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes, remineralizadores e substratos para plantas, destinados à agricultura, e dá outras providências. (Redação dada pela Lei nº 12890, de 2013). Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1980-1988/l6894.htm>. Acesso em: 15 out. 2020.

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: 15 out. 2020.

Lei no 9.456, de 25 de abril de 1997. Institui a Lei de Proteção de Cultivares e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9456.htm>. Acesso em: 15 out. 2020.

Lei no 10.711, de 05 de agosto de 2003. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudas e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/l10.711.htm>. Acesso em: 15 out. 2020.

Lei no 10.831, de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/l10.831.htm>. Acesso em: 15 out. 2020.

MACHADO, D. F. M. et al. *Trichoderma* no Brasil: o fungo e o bioagente. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 35, n.1, p.274-288, 2012.

MEDEIROS, C.A.B. & ESPINDOLA, J.A. (2018). Produção sustentável de alimentos. Capítulo 5 In: **Fome zero e agricultura sustentável: contribuições da Embrapa** / Carlos Alberto Barbosa Medeiros... [et al.], editores técnicos. – Brasília, DF: Embrapa, 2018. 1ª edição E-book.

MELLO, S.C.M.; SILVA, J.B.T.; WETZEL M.M.V.V. **Coleções de culturas microbianas no sistema nacional de pesquisa agropecuária**. Brasília: Embrapa, 2003. 41p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Documentos, 102). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa. br/infoteca/handle/doc/185438>. Acessado em: 08 de nov. 2020.

MEYER, M.C.; MAZARO, S.M.; DA SILVA, J.C. ***Trichoderma: uso na agricultura***. Brasília, DF: Embrapa, 538 p. 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/pt/busca-de-publicacoes/- /publicacao/1117296/trichoderma-uso-na-agricultura>

SHAW, J. **A new Green Revolution?** Harvard Magazine (March–April 2018). Disponível em: <https://www.harvardmagazine.com/2018/03/sustainable-agriculture-and-food-security>.

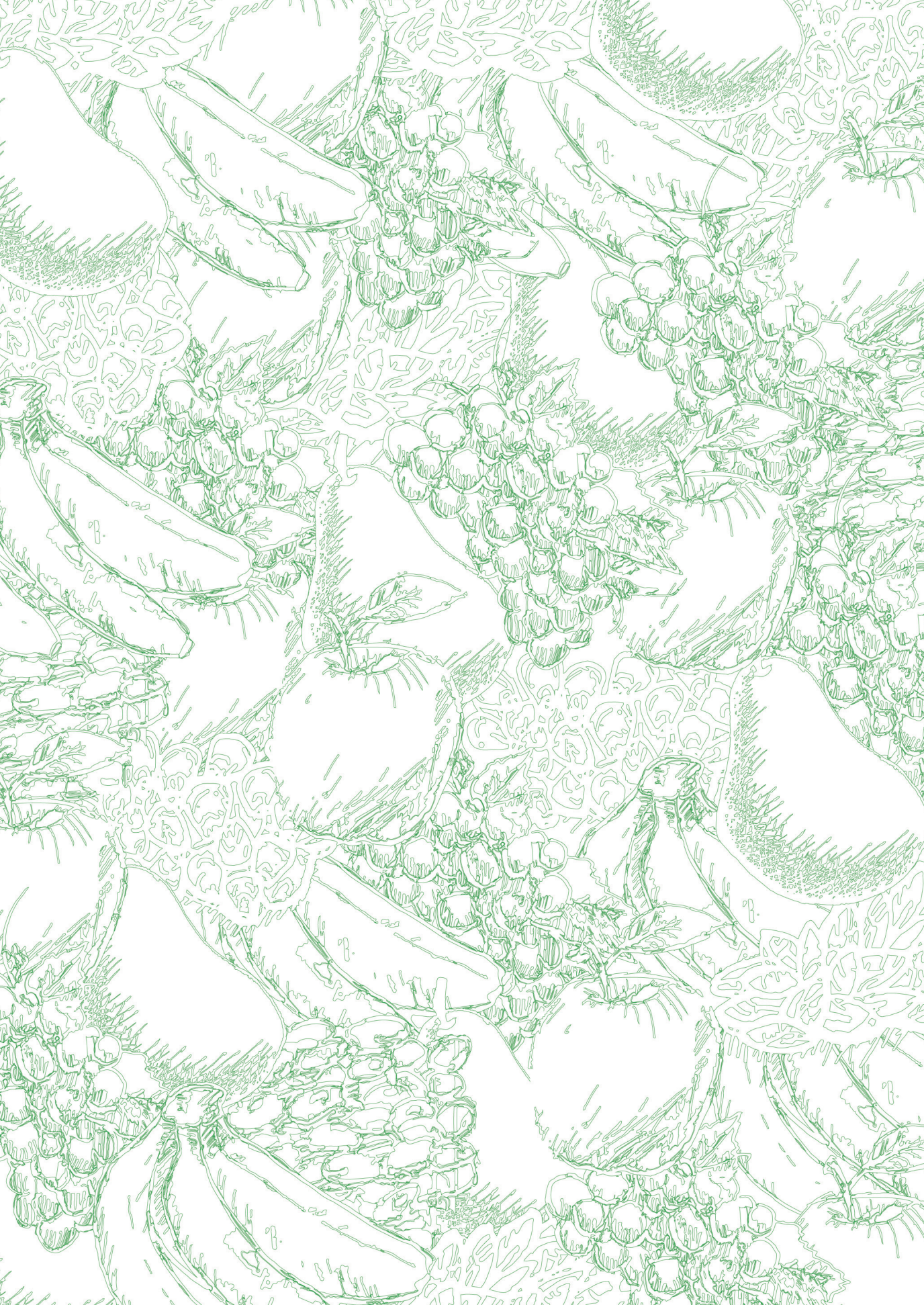
SOUZA, R. B. de; RESENDE, F. V.; LUDKE, I.; COUTO, J. R. do. **Hortbio®. Aprenda como faz**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2012. Folder. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia. embrapa.br/bitstream/doc/946012/1/folder20hortbio.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2020.

TOGNI, P.; SUJII, E.; PALLINI, A.; SOUZA, L.; SOUSA, A.; VENZON, M. Manipulação do habitat em diferentes escalas espaciais para o controle biológico conservativo em hortaliças orgânicas. **Cadernos de Agroecologia** – ISSN 2236-7934 – Anais do VI CLAA, X CBA e V SEMDF – Vol. 13, N° 1, jul. 2018. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/187031/1/2018-CadAgroec-Togni-et-al-Manip-hab-CB-cons.pdf

VISCONTI, A.; MÜLLER, J. J. V.; SILVA JÚNIOR, A. A.; ZAMBONIM, F. M. Microrganismos da Floresta Atlântica – potencial desconhecido. **Revista Agropecuária Catarinense**, v.25, n.3, nov. 2012. Disponível em: <http://publicacoes.epagri.sc.gov.br/index.php/RAC/issue/download/112/173>

VISCONTI, A.; ZAMBONIM, F. M.; MARIGUELE, K. H.; LONE, A. B. Métodos alternativos para o controle de fitopatógenos habitantes do solo: Parte II – controle biológico. **Revista Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.30, n.3, p.33-36, set./dez. 2017. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/RAC/article/view/29/141>

WANI, S.; GOPALAKRISHNAN, S. Plant growth-promoting microbes for sustainable agriculture. In: **Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): prospects for sustainable agriculture**. Springer, Singapore, pp 449–471, 2019.



Manejo conservacionista do solo no cultivo de hortaliças

Autor

Leandro Hahn

Resumo: A ampla maioria dos cultivos de hortaliças no estado de Santa Catarina é realizado com revolvimento intenso do solo e sem a adoção de práticas conservacionistas do solo e água. O resultado é uma reduzida qualidade física, química e biológica do solo, com elevada erosão hídrica e solos com sua capacidade produtiva reduzida. No entanto, a partir do esforço de produtores, técnicos e empresas de pesquisa e extensão do estado, atualmente têm-se à disposição tecnologias bem consolidadas e validadas para o manejo conservacionista do solo. Neste capítulo discute-se o atual cenário de manejo do solo na produção de hortaliças em SC e aponta-se o plantio direto como única alternativa de manejo do solo atualmente conhecida que deve ser buscada para superar o problema da degradação física, química e biológica do solo. O foco principal são as culturas de alho, cebola e tomate, com apresentação de resultados de pesquisa e descrição de exemplos da adoção de PD de hortaliças pelos horticultores. Conclui-se que o manejo conservacionista do solo pela técnica do plantio direto é uma alternativa para o desenvolvimento de produção de hortaliças com viabilidade econômica e sustentabilidade ambiental.

Introdução

O estado de Santa Catarina é um grande produtor comercial de hortaliças, com destaque para cebola, alho, mandioca, tomate, batata, cenoura, folhosas e brassicáceas. As principais áreas de cultivo estão concentradas no litoral, Alto Vale do Itajaí, Meio-oeste e municípios circunvizinhos às maiores cidades do estado. Além desses cultivos, os quais ocupam áreas de terra consideráveis em algumas regiões, todos os municípios possuem produtores que se dedicam à produção comercial de hortaliças, apesar da produção em menor escala e com objetivo de atender mercados locais ou regionais. Por fim, a produção para subsistência das famílias, nas denominadas hortas domésticas, é uma realidade que está presente em boa parte das famílias rurais do estado.

Indiferente do objetivo do cultivo de hortaliças, seja comercial, seja o abastecimento familiar, a ampla maioria dos cultivos é realizado com revolvimento intenso do solo e sem a adoção de práticas conservacionistas do solo e água. Adiciona-se a isso que as áreas mais adequadas à mecanização são utilizadas para cultivo de grãos e, nesse caso, o cultivo de hortaliças fica restrito ao uso de terras com acentuada declividade e dificuldade de mecanização. O resultado é uma reduzida qualidade física, química e biológica do solo. A fragilidade da maioria dos solos, muitos com horizontes superficiais de textura arenosa, e o relevo acidentado da região, agravam essa situação, culminando com elevada erosão hídrica (Figura 1A e 1B). Nessas áreas os solos encontram-se intensamente degradados e com sua capacidade produtiva reduzida, muitas vezes tendo já perdida, parcial ou completamente, sua camada superficial.

Considera-se a forma tradicional de manejo do solo adotada no cultivo das hortaliças incompatível com a aptidão agrícola da maioria das terras e seu uso efetivo. Historicamente, as hortaliças, são produzidas com elevadas quantidades de fertilizantes e corretivos, com uso incipiente de critérios agronômicos para sua aplicação, resultando no acúmulo de nutrientes nas camadas superiores do solo. Em cultivos orgânicos, com uso excessivo de fertilizantes orgânicos, esse cenário também ocorre. Desequilíbrios nutricionais nas plantas são comumente verificados em função da altíssima concentração de nutrientes nas camadas superfícies do solo. O intenso revolvimento do solo o torna suscetível à erosão, resultando em elevadas perdas desses nutrientes para os mananciais de água (Figura 2).

Figura 1 - Cultivo de alho (A) e cebola (B) com acentuada erosão pela falta de práticas conservacionistas do solo.

(A) (B)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 2 - Cultivo de alho com eutrofização das águas escoadas da lavoura (A) e acúmulo de solo erodido em lavoura de alho (B).

(A) (B)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Além da degradação física e desequilíbrio de nutrientes no solo, do ponto de vista biológico, solos com cultivo de hortaliças também se apresentam fragilizados. De um modo geral, há baixo fornecimento de resíduos orgânicos e raramente mantêm-se o solo com cultivo de plantas de cobertura ou para adubação verde. A falta de rotação de cultivos diminui a diversidade de organismos do solo e seleciona populações de fitopatógenos, sejam nematoides, fungos ou bactérias. Seguidamente produtores

relatam o aumento da incidência de doenças de solo em áreas com longo histórico de cultivo de hortaliças, o que é resultado da diminuição da diversidade de organismos do solo e a seleção de populações deletérias às plantas.

Neste capítulo, o objetivo é descrever o atual cenário do uso e manejo do solo para hortaliças e apresentar e discutir práticas conservacionistas na olericultura, seja em desenvolvimento pela pesquisa, seja já em uso pelos produtores catarinenses. O foco principal são as culturas de alho, cebola e tomate.

Princípios do manejo conservacionista do solo em hortaliças

Num cenário em que é necessário melhorarmos a nossa relação com o uso do solo no cultivo de hortaliças, o plantio direto (PD) é a única alternativa de manejo do solo atualmente conhecida que deve ser buscada por produtores, técnicos e pesquisadores para superar o problema da degradação física, química e biológica do solo. A adoção do PD altera positivamente as propriedades do solo, tal como o incremento dos teores de matéria orgânica do solo (MOS). A MOS afeta a disponibilidade de nutrientes, a capacidade de troca de cátions (CTC) do solo, a complexação de elementos tóxicos e micronutrientes (PINHEIRO et al., 2004), a agregação do solo (WOLSCHICK et al., 2018), a infiltração e a retenção de água (SCHICK et al., 2017), a aeração e a atividade e biomassa microbiana do solo (MIELNICZUK, 2008).

O PD está pautado em três princípios: cobertura permanente do solo, mínimo revolvimento do solo e rotação de culturas. Em SC, tem-se inúmeros exemplos de cultivos com adoção parcial ou total destes princípios do PD, com resultados positivos em rendimento e qualidade da produção, aliado à conservação do solo.

Cobertura permanente do solo

A cobertura do solo anterior ao cultivo de hortaliças com plantas de cobertura ou para adubação verde, tanto a campo quanto em cultivo protegido, tem sido preconizada em todos os sistemas de produção desenvolvidos pela Epagri, como a Produção Integrada (PI), o Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH) e a Produção Orgânica. Os objetivos da manutenção de uma cobertura permanente do solo com resíduos de palhada ou plantas vivas são vários, desde a proteção do solo

contra o impacto da chuva, a redução do escoamento superficial, redução das perdas de água por evaporação, bem como os resíduos funcionam como um regulador da temperatura do solo, com redução dos extremos de temperatura em até 10 °C na superfície do solo. Destacam-se ainda por impedir a germinação e emergência de plantas daninhas, com significativa economia de herbicidas aos produtores.

Independente do sistema de produção adotado, deve-se considerar que as hortaliças, em geral, não proporcionam resíduos de palhada em quantidade suficiente à manutenção do sistema, devendo-se incluir plantas de cobertura com elevado aporte de biomassa na sucessão de cultivos com as hortaliças.

Os benefícios das plantas de cobertura do solo são atribuídos as suas características intrínsecas de exploração de camadas distintas de solo, no favorecimento de grupos da biota do solo, na produção de matéria seca de raízes com consequente ciclagem de nutrientes diferenciada (WOLSCHICK et al., 2016), bem como, atuam na estruturação física do solo e na produção de matéria seca com relação C/N intermediária, que permitiria menor taxa de decomposição de resíduos culturais (GIACOMINI et al., 2003). Além disso, a utilização de plantas de cobertura incrementa a quantidade de fitomassa depositada na superfície do solo, reduz a erosão e aumenta a infiltração de água no solo (DONEDA et al., 2012; GUEDES FILHO et al., 2013).

A produção de matéria seca depende das espécies utilizadas para cobertura do solo (WOLSCHICK et al., 2016), depende das condições climáticas, edáficas, fitossanitárias, das práticas de manejo e, em grande parte, também da agressividade do sistema radicular, uma vez que sua profundidade está relacionada à maior produção de biomassa (CARVALHO; AMABILE, 2006). Plantas de cobertura do solo, após sua decomposição, aumentam a atividade microbiana, o acúmulo de nutrientes e matéria orgânica nas camadas superficiais do solo e, consequentemente, favorece o aumento da estabilidade dos agregados do solo (LIMA FILHO et al., 2014).

A vantagem da utilização de plantas de cobertura da família das leguminosas está no seu potencial de fornecer nitrogênio ao solo e à cultura sucessora (MATHEIS et al., 2006; COUTINHO et al., 2010). Entretanto, essas plantas apresentam baixa relação carbono/nitrogênio (C/N) e podem apresentar elevada taxa de decomposição de seus resíduos (TEIXEIRA et al., 2009). Já plantas de cobertura da família das gramíneas destacam-se pela alta produção de biomassa e de resíduos com relação C/N elevada, o que pode contribuir para redução na taxa de decomposição e para liberação mais lenta de nutrientes no solo (SILVA et al., 2009). Além disso, gramíneas como plantas de cobertura são mais eficientes em aumentar e manter a estabilidade de agregados em relação às leguminosas e são importantes para a absorção de nutrientes, especialmente do potássio, de camadas subsuperficiais e

disponibilização na superfície do solo (BOER et al., 2008).

Os macroagregados do solo apresentam grande capacidade para reter energia e matéria adicionada na forma de C, representando bom indicador da qualidade física do solo (VEZZANI; MIELNICZUK, 2011). Dessa forma, também se tem a melhoria de outras propriedades físicas do solo, como a diminuição dos valores de densidade e aumento da porosidade, aeração e capacidade de retenção e infiltração de água no solo, como documentado por HOORMAN (2009) e GUEDES FILHO et al. (2013). Na cultura da cebola, há alguns estudos avaliando o suprimento de nutrientes, destacando-se que a disponibilidade de nutrientes tem estreita relação com o manejo do solo e com os sistemas de rotação de culturas adotados (FAYAD et al., 2007), sendo também influenciada por processos edáficos, suprimento de água, aspectos climáticos e da própria capacidade da cultura de aproveitar os elementos presentes no solo. As plantas de cobertura e a adoção de sistemas de rotação de culturas podem contribuir na fixação de nitrogênio, aumentar a ciclagem de nutrientes e, no caso das hortaliças, que são adubadas de forma intensa, contribuir na redução das perdas de nutrientes (JACKSON, 2000).

Em SC, como plantas de cobertura no verão, destaque-se o uso do milheto (Figura 3), além da crotalária, mucuna e milho. No inverno destaca-se a aveia (Figura 4), bem como o azevém, ervilhaca e nabo. Essas culturas são semeadas tanto em cultivo solteiro quanto consorciadas, constituindo mix de culturas. O milheto e a aveia como culturas de cobertura são preferenciais, por serem gramíneas e, quando manejadas na fase do florescimento em diante, permanecem sobre o solo até a colheita da hortaliça. Dessa maneira, protegem o solo contra a perda de solo, água e nutrientes em quase todo o ciclo da hortaliça.

Figura 3 - Área com cobertura do solo com milheto, antes de ser dessecada para semeadura de cebola em plantio direto (A); Milheto tombado para semeadura de cebola em plantio direto (B) e; cebola na fase de enchimento de bulbos em área com cobertura do solo com milheto (C).

(A) (B) (C)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 4 - Área com cobertura do solo com aveia, antes de ser dessecada para semeadura de cebola em plantio direto (A); Demarcação de linha para transplante de tomate em plantio direto (B) e; área com aveia como cobertura do solo para transplante de tomate em plantio direto (C).

(A) (B) (C)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Mínimo revolvimento do solo

O mínimo de revolvimento do solo para implantação das hortaliças, seja transplante de mudas ou semeadura direta, é um princípio importante por impedir que o solo seja desagregado e susceptível de ser carregado pela água que escoa superficialmente. Além disso, quanto menor é a mobilização do solo na implantação de um cultivo, menores são as perdas de água, solo e nutrientes e menor é a incidência de plantas daninhas.

Uma grande dificuldade que há no PD de hortaliças é a disponibilidade de máquinas. As empresas de máquinas agrícolas, geralmente negligenciam este segmento de agricultura, pois o potencial de vendas é infinitamente inferior ao setor de máquinas para cultivo de grãos. Produtores acabam criando e adaptando máquinas para suas condições e necessidades, ainda que algumas pequenas metalúrgicas atendem este setor. No PD, as máquinas minimamente necessárias para o eficiente funcionamento do sistema são uma semeadora de planta de cobertura, uma máquina para rolar a cobertura vegetal e, por fim, uma máquina que possa fazer a semeadura ou transplante com o revolvimento restrito à linha de cultivo. Além de realizar a deposição da semente ou muda, a máquina precisa abrir e cobrir o sulco após o corte da palhada, que em muitas situações ultrapassa 10 t/ha de massa seca.

Na inexistência de máquinas, produtores realizam os serviços de forma manual, o que torna o trabalho muito penoso e pouco rentável. A deficiência na disponibilidade de máquinas para o PD tem sido um dos principais motivos pela menor adoção dessa

técnica e deverá receber maior atenção das empresas de máquinas e dos setores de pesquisa e inovação das instituições de pesquisa e extensão.

Rotação de culturas

O terceiro princípio do PD de hortaliças está na necessidade de realização de cultivos que aportem o máximo de diversidade de plantas. Este princípio não pode ser entendido apenas como rotação de culturas, mas o cultivo temporal de mais de uma espécie vegetal, ou seja, os poli cultivos. Ainda que nos cultivos comerciais muitas vezes tem-se dificuldade em promover a diversidade de plantas, isso deve ser buscado nos cultivos anteriores e intercalares, promovendo assim, melhorias em propriedades químicas, físicas e biológicas que beneficiarão as plantas comercialmente exploradas. Os efeitos sobre inúmeros atributos do solo serão proporcionais à maior diversidade de sistemas radiculares, relações C/N e teores de nutrientes do resíduo, bem como velocidades de decomposição dos resíduos. Novamente deve ser destacado que este princípio do PD permitirá a multiplicação de populações de organismos pertencentes a inúmeros grupos funcionais, aumento da ciclagem de nutrientes, a formação de um elevado grau de agregação do solo, e o controle biológico de patógenos.

O sistema de manejo do solo pode impactar positiva ou negativamente na ocorrência e severidade de doenças nas plantas cultivadas. De modo geral, o manejo intensivo sob sistema de produção convencional aumenta a intensidade da incidência de doenças (CONNER et al., 1996), e consequentemente o aumento da densidade de inóculo no meio de produção (SIMMONS; GILLIGA, 1997).

A principal razão para aumento das perdas de produção no manejo convencional, provavelmente, deve-se ao mau manejo da diversidade biológica do agroecossistema, pelo uso intensivo da mecanização agrícola, desprezando a conservação e preservação de recursos genéticos e ambientais naturais das culturas. Além disso, como restringem a manutenção e conservação da biodiversidade da edafobiota e o aumento da matéria orgânica do solo, originam solos degradados, doentes, caracterizados biologicamente pelo predomínio das doenças, e fisicamente pela alta densidade e problemas de movimentação de água no perfil do solo.

Para HASNA et al. (2007), a melhor opção para o manejo de doenças radiculares deve ser o uso de adubos verdes (leguminosas e/ou gramíneas) que reduzam a população dos patógenos no solo. A matéria orgânica no solo pode influenciar na supressividade de doenças, pelo estímulo da atividade da biota, aumentando os

agentes de biocontrole e diminuindo o potencial de inóculo dos fitopatógenos, pela ação de compostos liberados durante a decomposição da matéria orgânica (BETTIOL; MORANDI, 2009).

Uma outra estratégia é aplicação exógena de agentes de biocontrole, como por exemplo, bactérias do gênero *Bacillus* e *Trichoderma*, as quais poderão ocupar "espaços vazios" no solo e acelerar um reequilíbrio desse ecossistema. No entanto, não se espera o mesmo resultado na diminuição de patógenos do solo a médio e longo prazo que a adoção um sistema de rotação de culturas com uso de plantas para cobertura ou adubo verde.

A adubação nos sistemas com PD de hortaliças também possui particularidades em comparação à adubação no sistema convencional. Como o objetivo é não revolver o solo na implantação da hortaliça, todas as práticas corretivas da fertilidade do solo devem ser realizadas na implantação das plantas de cobertura. Assim, calagem, fosfatagem e a potassagem, ou até mesmo a correção de algum micronutriente deficiente, devem ser realizadas previamente, inclusive com incorporação dos corretivos quando necessário. Considera-se este o único momento em que se justifica o revolvimento do solo e, a partir disso, a aplicação de fertilizantes e corretivos deve preconizar a manutenção dos níveis de fertilidade construídos na etapa anterior.

A adoção de plantas de cobertura e rotação de culturas se insere no contexto conservacionista atual, especialmente pela ação da vegetação na melhoria do solo. Isto é particularmente importante nas áreas de produção de alho, em virtude do uso intensivo das terras, especialmente em condições de relevo acidentado e revolvimento excessivo do solo, o que tem levado à acentuada degradação deste recurso natural, além de comprometer a qualidade das águas. A rotação de culturas do ponto de vista de conservação do solo, busca pela sequência temporal de espécies com diferentes tipos de sistema radicular e exigências nutricionais, que além de garantir cobertura vegetal permanente do terreno, reduz as perdas de nutrientes (BERTOL et al., 2017).

PD do tomate e pimentão

A maior área de cultivo de tomate e pimentão em SC localiza-se na região Alto Vale do Rio do Peixe, com cerca de 1.000 ha entre as duas culturas. No PD do tomate e pimentão, sugere-se que plantas gramíneas tenham a maior participação na biomassa residual, de modo a obter longo período de cobertura do solo. Quando o plantio é

feito sobre cobertura vegetal, principalmente com aveia, os sulcos para a adubação e o plantio devem ser preparados entre aproximadamente duas a três semanas antes do plantio para melhor incorporação e mistura dos adubos minerais ou orgânicos, que ficarão concentrados nos sulcos. Ressalta-se que a semeadura da aveia deve ser planejada para que o plantio do tomate ocorra quando a aveia se encontre na fase de grão-leitoso. Nessa fase da aveia, não é necessária sua dessecação, pois ela é tombada pelo movimento das máquinas e trabalhadores. Anteriormente a esta fase da aveia, ela deverá ser dessecada, pois o seu rebrote competirá por luz com as mudas de tomate e pimentão, promovendo o estiolamento das plantas.

Pela necessidade de áreas novas, tanto o tomate quanto o pimentão, seguidamente são implantados em áreas com teores baixos a muito baixos de fósforo e, eventualmente, de potássio. Nestes casos, recomenda-se a aplicação em duas etapas: a primeira metade (½) da dose aplicada a lanço em toda a área por ocasião do preparo do solo no plantio da aveia, e a outra metade (½) da dose aplicada na base, no sulco de plantio do tomate. Esta é a recomendação preconizada pelo Sistema de Produção Integrada de tomate tutorado (Sispit) e maiores informações sobre o manejo da adubação nesse sistema podem ser consultadas em Hahn e Suzuki (2016).

Normalmente, tomate (Figura 5) e pimentão (Figura 6) são implantados com abertura de sulcos, necessitando de uma máquina com disco de corte da palhada e um sulcador. Alternativamente, quando o solo já está com a fertilidade e a acidez corrigida, todo o fertilizante da hortaliça pode ser aplicado na implantação da planta de cobertura, seja em área total ou em sulcos que receberão as plantas de tomate (Figura 7). Neste caso, não há nenhum revolvimento do solo.

Figura 5 - Máquina tracionada por trator para corte da palhada e demarcação das linhas de plantio de tomate em plantio direto.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 6 - Plantação de pimentão no plantio direto sobre palhada de aveia.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 7 - Implantação de tomate direto na palha, sem abertura de sulcos.

(A) (B)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Epagri, Estação Experimental de Caçador, comparou-se em duas safras a produção de tomate implantado nos sistemas de plantio convencional e plantio direto em quatro coberturas de solo (aveia, nabo, aveia consorciada com nabo e pousio). Verificou-se que a produtividade de frutos comerciais e Extra AA (os de maior calibre e valor comercial) e a massa média dos frutos, foi superior no plantio direto de tomate em comparação ao plantio convencional (Tabela 1). As plantas de cobertura de solo de inverno, aveia, nabo, aveia+nabo ou o pousio, não interferiram nos parâmetros de produção. Nesse caso, sugere-se o uso da aveia por permitir uma cobertura mais prolongada do solo.

Tabela 1 - Produtividade de frutos do tomateiro e massa média de frutos em função do sistema de plantio e da cobertura de solo de inverno.

Níveis dos fatores	------- Produtividade de frutos (t ha^{-1}) --------					Massa média de frutos
	Total	Comercial	Extra AA	Extra A	Descarte	Comercial (g)
Sistema de plantio						
Plantio convencional	104,3^{ns}	97,3 B	77,2 B	20,0 A	6,9^{ns}	196,5 A
Plantio direto	109,0	102,8 A	85,1 A	17,7 B	6,1	200,2 B
Cobertura de solo de inverno						
Aveia+Nabo	110,2^{ns}	103,8^{ns}	8,5^{ns}	18,4^{ns}	6,4^{ns}	200,3^{ns}
Aveia	105,0	98,4	80,3	18,0	6,6	198,2
Nabo	107,7	101,1	80,9	20,2	6,6	198,5
Pousio	103,7	97,2	78,2	18,9	6,6	196,5
Média	106,7	100,2	81,3	18,9	6,5	198,4

Nota: ns: não significativo.
Fonte: Walmorbida et al. (2020).

PD de cebola

Santa Catarina é o maior produtor nacional de cebola, concentrando-se a atividade na região do Alto Vale do Rio Itajaí, seguido da região Meio-oeste. Há dois sistemas de cultivo predominantes em cada região: transplante de mudas, principalmente na primeira região de cultivo acima citada, e semeadura direta, ocorrendo em quase toda a área da segunda região de cultivo. Indiferente ao sistema de cultivo, o PD é uma prática que pode ser adotada em ambas.

O milheto, semeado nos meses de janeiro e fevereiro, é a principal planta de cobertura antecedente à cebola transplantada. Após o manejo da cultura com rolamento da biomassa, seja com rolo-faca ou grade leve, a abertura de sulcos para transplante de mudas é restrita à linha de cultivo. Para isso, foram desenvolvidas máquinas acopladas ao trator, que promovem o corte da palhada e abertura de sulcos, mantendo inalterado o solo e a cobertura com resíduo vegetal na entre-linha (Figura 8). Com esta máquina, denominada rotocar, mesmos produtores que cultivam cebola em áreas maiores conseguem fazer PD, pois há alto rendimento operacional do maquinário.

Figura 8 - Máquina (rotocar) para corte da palhada e abertura de sulcos para PD de cebola, mantendo inalterado o solo e a cobertura com resíduo vegetal na entre-linha.



Fonte: Claudinei Kurtz, Epagri, Estação Experimental de Ituporanga.

Pesquisas realizadas pela Epagri, Estação Experimental de Ituporanga mostram que o PD de cebola com deposição de plantas de cobertura modificou os atributos químicos do solo, indicando alterações nos teores de potássio e fósforo disponíveis em função das espécies de plantas de cobertura utilizadas. A produção média e a produção total da cebola foram superiores nos tratamentos com plantas de cobertura em comparação com a testemunha (vegetação espontânea) (SOUZA et al., 2013). Plantas de cobertura foram eficientes para recuperar e aumentar os teores de carbono orgânico total e os índices de diâmetro médio ponderado (DMP) e geométrico (DMG) índice de sensibilidade (IS) dos agregados em relação ao SPC (LOSS et al., 2015). Evidenciou-se ainda a perda de carbono orgânico total e o aumento dos meso e microagregados no plantio convencional, assim como a substituição do plantio convencional por PD com plantas de cobertura, elevou a formação de macroagregados estáveis em água, com posterior aumento do DMP, DMG e IS.

Na região Meio-Oeste de SC, de maior altitude e com semeadura mais tardia da cebola, a aveia tem sido uma ótima alternativa como planta de cobertura anterior à cebola. Como na região quase a totalidade da semeadura é direta, as

máquinas de PD de cebola devem cortar a palhada e depositar a semente na linha de cultivo. Estas máquinas podem ser adaptadas do cultivo de grãos (Figura 9A) ou serem específicas, geralmente com sistema dosador de sementes à vácuo (Figura 9B). Nesta região, um considerável número de produtores adotou o PD como forma de manejo do solo. Acredita-se que na safra 2020/2021, de 25 a 30% de uma área de 2.000 ha já sejam conduzidos dessa forma. Os produtores que utilizam o PD da cebola relatam o controle da erosão, menor uso de herbicidas, e uma economia de água de irrigação no início do ciclo da cultura como benefícios da adoção da técnica (Figura 10).

Figura 9 - Semeadura direta de cebola com semeadora de grãos adaptada (A) e semeadora com sistema dosador de sementes à vácuo (B).

(A) (B)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 10 - Desenvolvimento vegetativo de cebola em plantio direto (A) e técnicos e produtores observando lavoura de cebola em plantio direto (B).

(A) (B)



Fonte: Elaborado pelo autor.

PD de alho

A região Meio-Oeste concentra a quase totalidade do cultivo comercial de alho do estado. Nesta região, todo o alho é cultivado num sistema deficiente em práticas conservacionistas do solo e com revolvimento intensivo do solo. Desconhece-se cultivos com adoção de práticas que reduzem o impacto da atividade sobre a qualidade física, química e biológica do solo, como o plantio direto, terraceamento e a cobertura do solo (Figura 11). Agrava esta situação, a fragilidade dos solos, associados ao relevo acidentado da região, altamente suscetíveis à erosão hídrica. Estes solos se encontram intensamente degradados e reduzidos em sua capacidade produtiva pelo histórico de uso, muitas vezes com perda parcial ou completa da camada superficial.

Figura 11 - Lavoura tradicional de alho no Meio-Oeste catarinense, com formação de canteiros e plantio morro abaixo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Considera-se a forma tradicional de manejo do solo adotada na cultura do alho incompatível entre a aptidão agrícola da maioria das terras e seu uso efetivo. Historicamente as hortaliças, especialmente o alho, são produzidas com o uso de elevadas quantidades de fertilizantes e corretivos, intenso revolvimento do solo, resultando em poluição e assoreamento dos mananciais e perdas de solo (FONTANETTO; KELLER, 2001; ANDRADE, 2010).

A partir de 2018 a Epagri, Estação Experimental de Caçador, iniciou pesquisas que visam desenvolver a tecnologia do PD do alho. Nestas pesquisas estão sendo testadas plantas de cobertura do solo que possam anteceder o plantio do alho. Aveia, milheto e crotalária, assim como o cultivo de feijão, são implantados antes do alho, manejados tanto pelo sistema convencional, com lavração, subsolagem e uso de enxada rotativa, quanto pelo sistema de PD, com apenas a marcação das linhas de cultivo (Figura 12).

Figura 12 - Plantio direto e convencional de alho na Epagri, Estação Experimental de Caçador (A) e plantas de alho em plantio direto em pleno desenvolvimento vegetativo.

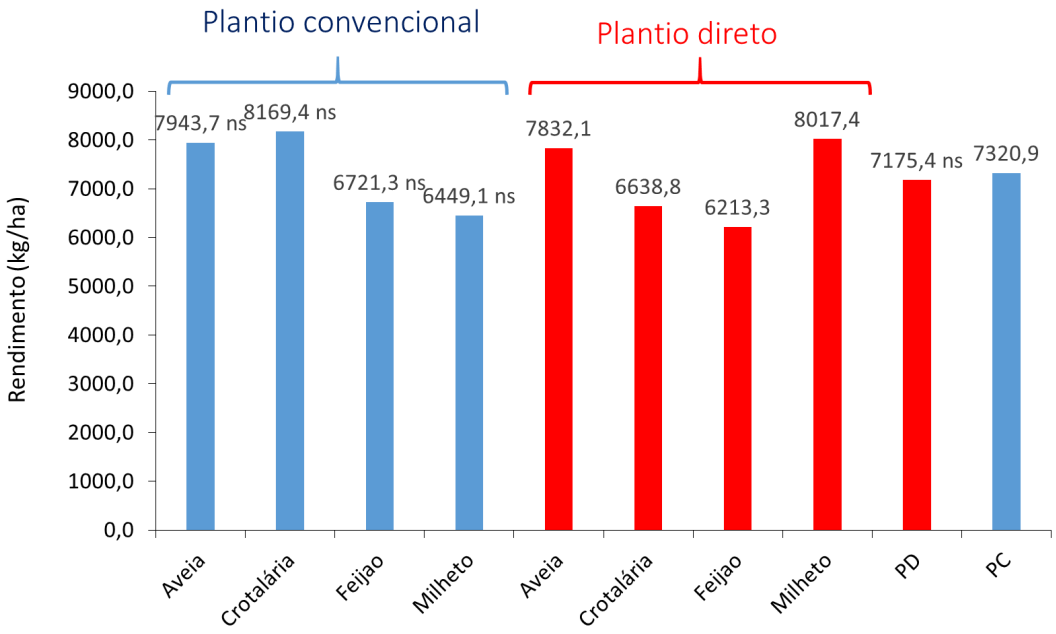
(A) (B)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Como resultados dessa pesquisa, verificou-se que o rendimento comercial de alho foi semelhante entre o manejo convencional e PD na safra 2018/2019, além de não ter diferenças entre as plantas de cobertura (Figura 13). Porém, na safra 2019/2020 (Tabela 2), o rendimento foi superior no PD. Nesta safra, verificou-se diferenças entre as plantas de cobertura, com superioridade do feijão e do milheto em PD em relação à crotalária. Provavelmente, como a crotalária aportou muito nitrogênio ao solo, propiciou o superbrotamento do alho, aumentando a produção de alho não-comercial. O alho é extremamente sensível ao excesso de nitrogênio (HAHN et al., 2020) e a escolha das plantas de cobertura anteriores ao alho deverá levar em conta esta questão, assim como a adubação nitrogenada no plantio e cobertura.

Figura 13 - Rendimento comercial de alho submetido ao plantio convencional (PC) e direto (PD) e plantas de cobertura do solo na safra 2018/2019.



Nota: ns: não significativo; As barras da direita, PC e PD, representam a média de todas as coberturas de solo.
Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 2 - Produção do alho comercial e total submetido ao plantio convencional e plantio direto de alho.

Manejo	Cobertura	Produção	
		Total	Comercial
		------- t ha-¹-------	
Convencional	Crotalária	16,0Bb	13,1
	Feijão	16,9Aab	12,7B
	Milheto	17,3a	13,1B
	Média	16,7	12,9
Plantio Direto	Crotalária	17,5Aa	13,3b
	Feijão	15,9Bb	15,3Aa
	Milheto	16,4ab	15,3Aa
	Média	16,6	14,6
	Média Geral	16,7	13,8
	CV (%)	3,9	6,1
F-Teste Manejo		Ns	**
F-Teste Cobertura		**	**

Nota: Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes mostram diferenças entre manejos dentro de cada cobertura e letras minúsculas diferentes mostram diferenças entre coberturas dentro de cada manejo. (** Tukey p<0,01; * Tukey p<0,05). ns - não significativo.

Fonte: Hahn et al. (2020), dados não publicados.

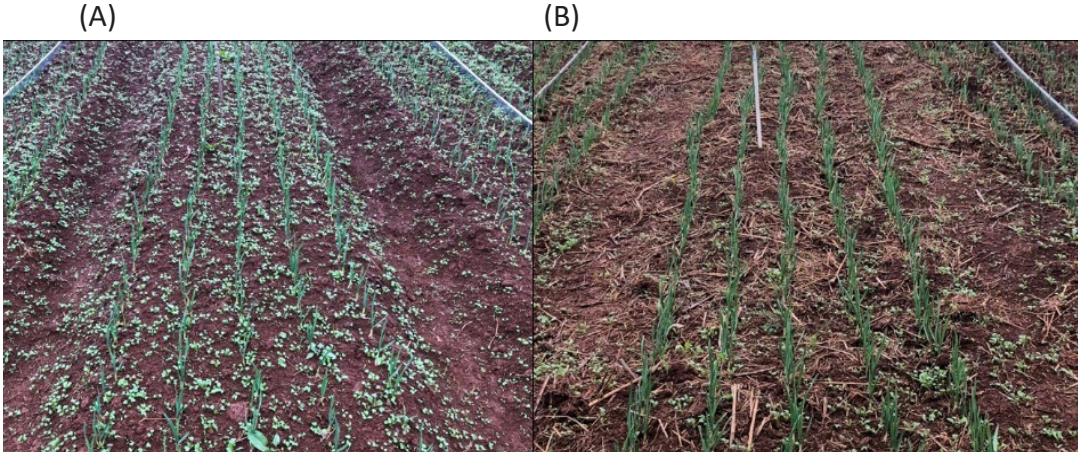
Além dos benefícios no rendimento de bulbos, o PD de alho também diminuiu significativamente as perdas de solo e água (Tabela 3). Um melhor estado de agregação, com uma estrutura que impede o impacto da gota da chuva, maior infiltração de água e redução da velocidade de escoamento da água sobre a superfície do solo, podem explicar os benefícios de redução das perdas de solo e água com PD. Por fim, quando realizado PD de alho, uma menor densidade populacional de plantas daninhas é verificada (Figura 14). Este efeito positivo ocorre por processos distintos como o físico, o biológico e o químico, além de interações entre este. A cobertura vegetal sobre o solo limita a passagem de luz e forma um obstáculo inibindo a germinação de sementes e dificultando o crescimento inicial das plantas daninhas.

Tabela 3 - Perdas de solo e água observados no período de 17 junho a 07 de novembro de 2019 em Nitossolo Bruno submetido ao plantio convencional e plantio direto de alho.

--- Plantio Convencional ---			--- Plantio Direto ---		
Crotalária	Feijão	Milheto	Crotalária	Feijão	Milheto
---------- Perdas de solo (kg ha^{-1}) ----------					
14,15	489,60	113,83	0,74	4,16	1,11
---------- Perdas de água (% da chuva) ----------					
0,50	1,69	0,98	0,11	0,33	0,16

Nota: Resultado de três chuvas erosivas as quais produziram escoamento.
Fonte: Hahn et al. (2020), dados não publicados.

Figura 14 - Densidade de plantas daninhas no plantio convencional (A) e plantio direto de alho (B).



Fonte: Elaborado pelo autor.

Considerações

Quando se fala em plantio direto, o leitor de imediato irá imaginar o cultivo de grãos, como milho e soja. Já quando o assunto é cultivo de hortaliças, quase inevitável associá-lo ao intenso preparo do solo com revolvimento com arado ou enxada rotativa. Este é ainda o cenário real do PD, o cultivo de grãos quase a totalidade sob este sistema de manejo, e as hortaliças, sob manejo convencional do solo.

Quando se fala em conversão do manejo convencional para o manejo em plantio direto de hortaliças, a primeira pergunta a se fazer é a seguinte: dispõe-se atualmente de tecnologias de PD possíveis de serem utilizados pelos horticultores? Afortunadamente, pode-se dizer que sim, tem-se à disposição tecnologias bem consolidadas e validadas pela pesquisa e em uso pelos produtores de SC. O melhor exemplo disso é o PD de tomate e cebola na região do Alto Vale do Rio do Peixe. Apesar disso, uma série de gargalos precisa ser superada, especialmente o desenvolvimento de um maior número de máquinas e melhores recomendações de manejo de plantas de cobertura e da adubação em PD. Por fim, a difusão e adoção das técnicas conservacionistas do solo pelos produtores deve ser aumentada, tanto por agentes de extensão da iniciativa privada quanto pública.

O manejo conservacionista do solo pela técnica do plantio direto é uma alternativa para o desenvolvimento de produção de hortaliças com viabilidade econômica e sustentabilidade ambiental. O sistema deve receber ajustes conforme as realidades locais, podendo ser desenvolvido nos mais diversos ambientes ou realidades socioeconômicas.

Referências

ANDRADE, A.G. **Manejo e conservação do solo e da água no contexto das mudanças ambientais**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2010, p.25-40.

BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B. Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas. In: 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**. Jaguariúna: Embrapa Meio-Ambiente, 2009. v.1, cap.12, p.187-208.

BOER, C.A.; ASSIS, R.L.; SILVA, G.P.; BRAZ, A.J.B.P.; BARROSO, A.L.L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; PIRES, F.R. Biomassa, decomposição e cobertura do solo ocasionada por resíduos culturais de três espécies vegetais na região Centro-Oeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.843-851, 2008.

CARVALHO, A.M. de; AMABILE, R.F. Plantas condicionadoras de solo: interações edafoclimáticas, uso e manejo. In: CARVALHO, A.M. de; AMABILE, R.F. (Ed.). **Cerrado: adubação verde**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2006. 369p

CONNER, R.L.; DUCSEK, L.J.; KOZUB, G.C.; KUZYK, A.D. Influence of crop rotation on commom root roto f wheat and barley. **Canadian Journal Plant Pathology**, v.18, p.247-254, 1996.

COUTINHO, F. S.; LOSS, A.; PEREIRA, M.G.; RODRIGUES JÚNIOR, D.J.; TORRES, J. L. R. Estabilidade de agregados e distribuição do carbono em Latossolo sob sistema plantio direto. **Comunicata Scientiae**, v.1, p.100-105, 2010.

DONEDA, A.; AITA, C.; GIACOMINI, S. J.; MIOLA, E. C. C.; GIACOMINI, D. A.; SCHIRMANN, J.; GONZATTO, R. Fitomassa e decomposição de resíduos de plantas de cobertura puras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa**, v.36, p.1714-1723, 2012.

FONTANETTO, H.; KELLER, O. Efecto de diferentes labranzas sobre propiedades edáficas de un argiudol. In: DÍAZ ROSSELLO, R. **Siembra directa em el Cono Sur**. Montevideo, Uruguay: PROCISUR, p.275-287, 2001.

GIACOMINI, S.J.; AITA, C.; VENDRUSCOLO, E.R.O.; CUBILLA, M.; NICOLOSO, R.S.; FRIES, M.R. Matéria seca, relação C/N e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em misturas de plantas de cobertura de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.325-334, 2003.

FAYAD, J.A.; MONDARDO, M.; SGROTT, E.Z.; KURTZ, C. **Boletim Técnico, 6**: Avaliação da época e da dose de nitrogênio no rendimento da cebola, cv. Crioula Alto Vale, cultivada no sistema de plantio direto de hortaliças. Ituporanga: EPAGRI, 2007. 5p.

GUEDES FILHO, O.; SILVA, A. P.; GIAROLA, N. F.B.; TORMENA, C. A. Structural properties of the soil seedbed submitted to mechanical and biological chiseling under no-tillage. **Geoderma**, v. 204/205, p.94-101, 2013.

HAHN, L.; PAVIANI, A.C.; FELTRIM, A.L.; WAMSER, A.F.; ROZANE, D.E.; REIS, A.R. Nitrogen doses and nutritional diagnosis of virus-free garlic. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.44, p.1-14, 2020.

HAHN, L.; SUZUKI, A. Manejo de solo, adubação e nutrição de plantas. In. BECKER, W. F. et al. **Sistema de Produção Integrada para o tomate tutorado em Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2016. 149p.

HASNA, M. K.; MARTENSSON, A.; PERSSON, P.; RÄMERT, B. Use of compost to manage corky root disease in organic tomato production. **Annals of Applied Biology**, Hoboken, v.151, n.3, p.381-390, 2007.

HOORMAN, J.J. Using cover crops to improve soil and water quality. Agriculture and Natural Resources. **The Ohio State University Extension, Lima, Ohio**. 2009. 4p.

JACKSON, L.E. Fates and losses of nitrogen from a nitrogen-15-labeled cover crop in an intensively managed vegetable system. **Soil Science Society of America Journal**, v.64, p.1404-1412, 2000.

LIMA FILHO, O.F.; AMBROSANO, E.J.; ROSSI, F.; CARLOS, J.A.D., orgs. **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática**. 1ªed. Brasília-DF, Embrapa, 2014. 507p.

LOSS, Arcângelo et al. Carbono orgânico total e agregação do solo em sistema de plantio direto agroecológico e convencional de cebola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.39, p.1212-1224, 2015.

MATHEIS, H.A.S.M.; AZEVEDO, F.A. de; VICTÓRIA FILHO, R. Adubação verde no manejo de plantas daninhas na cultura de citros. **Laranja**, v.27, p.101-110, 2006.

MIELNICZUK, J. Matéria orgânica e sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: SANTOS, G.A.; SILVA, L.S.; CANELLAS, L.P. e CAMARGO, F.A.O., eds. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2.ed. Porto Alegre, Metrópole, 2008. p.1-5.

PINHEIRO, E.F.M.; PEREIRA, M.G.; ANJOS, L.H.C. Aggregate distribution and soil organic matter under different tillage systems for vegetable crops in a Red Latosol from Brazil. **Soil and Tillage Research**, v.77, p.79-84, 2004.

SCHICK, J. BERTOL, I.; BARBOSA, F.T.; MIQUELLUTI, D.J.; COGO, N.P. Water Erosion in a Long-Term Soil Management Experiment with a Humic Cambisol. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.41, e0160383, 2017.

SILVA, A. C. et al. Produção de palha e supressão de plantas daninhas por plantas de cobertura, no plantio direto do tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.01, p.22-28, 2009.

SIMMONS, S.A.; GILLIGAN, C.A. Relationships between stem canker, stolon canker, black scurf (*Rhizoctonia solani*) and yield of potato (*Sonaunm tuberosum*) under diferent agronomic conditions. **Plant Pathology**, v.46, p.651-658, 1997.

SOUZA, M.; COMIN, J.J.; LEGUIZAMÓN, E.S.; KURTZ, C.; BRUNETTO, G.; MÜLLER JÚNIOR, V.; VENTURA, B.; CAMARGO, A.P. Matéria seca de plantas de cobertura, produção de cebola e atributos químicos do solo em sistema plantio direto agroecológico. **Ciência Rural**, v.43, p.21-27, 2013.

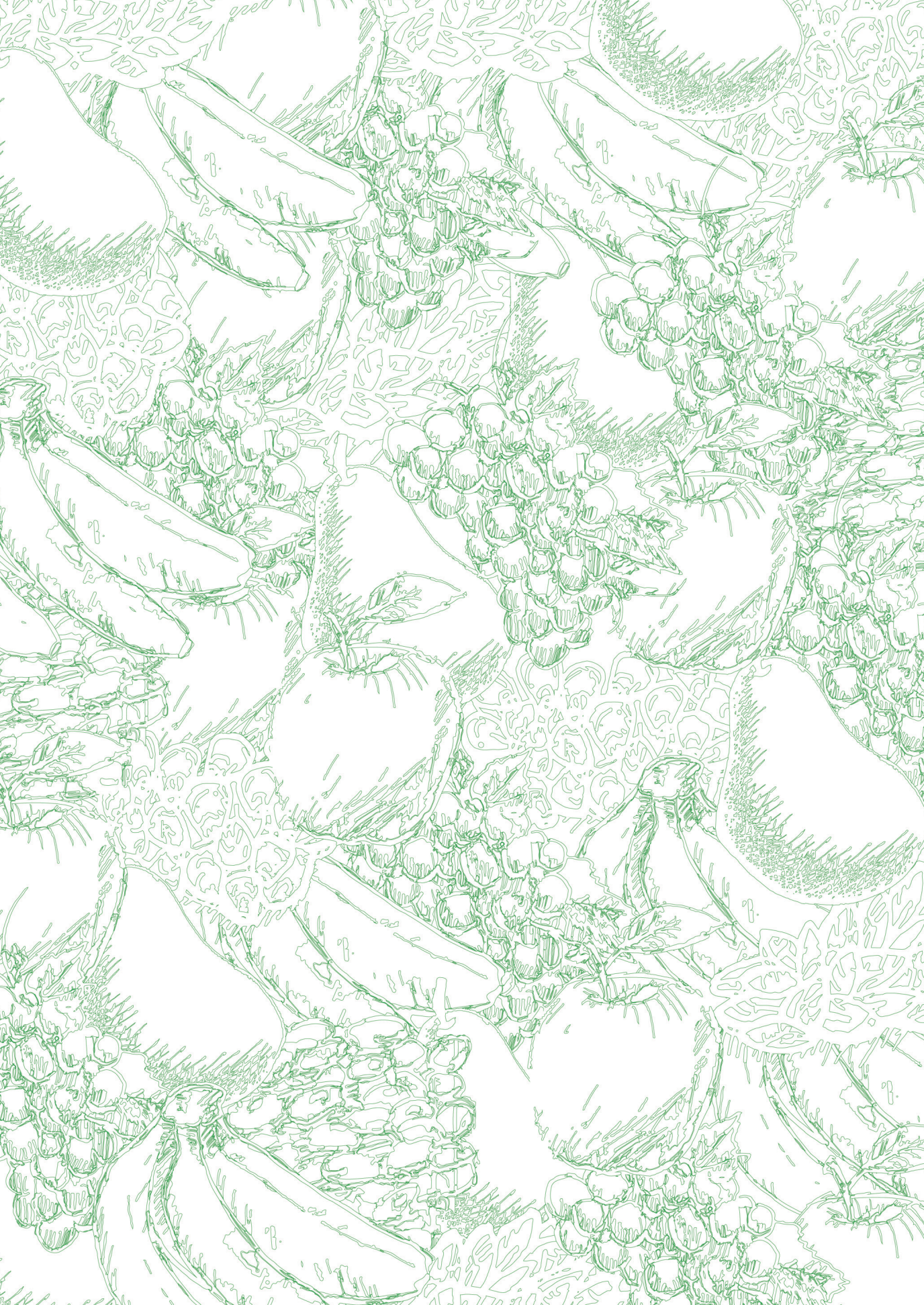
TEIXEIRA, C.M.; CARVALHO, G.J.; ANDRADE, M.J.B.; SILVA, C.A.; PEREIRA, J.M. Decomposição e liberação de nutrientes das palhadas de milheto e milheto + crotalária no plantio direto do feijoeiro. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.31, p.647 653, 2009.

VALMORBIDA, J.; WAMSER, A. F.; SANTIN, B. L.; ENDER, Marcos M. Métodos de manejo e plantas de cobertura do solo para o cultivo do tomateiro tutorado. **Agropecuária Catarinense**, v.33, p.76-81, 2020.

VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. Agregação e estoque de carbono em Argissolo submetido a diferentes práticas de manejo agrícola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, p.213-223, 2011.

WOLSCHICK, N. H.; BARBOSA, F. T.; BERTOL, I.; BAGIO, B.; KAUFMANN, D. S. Long-term effect of soil use and management on organic carbon and aggregate stability. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.42, e0170393, 2018.

WOLSCHICK, N. H.; BARBOSA, F. T.; BERTOL, I.; SANTOS, K. F. dos; WERNER, R. de S.; BAGIO, B. Cobertura do solo, produção de biomassa e acúmulo de nutrientes por plantas de cobertura. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.15, n.2, p.134-143, 2016.



Alertas fitossanitários: Sistema de monitoramento remoto de microclima em vinhedos

Autores

Fernando Domingo Zinger

Robson Costa

Roberto Akitoshi Komatsu

Jeferson Gomes da Silveira

Eduarda Lessa de Araújo de Souza

Resumo: O termo *Smart Farming* refere se ao uso de tecnologias avançadas no campo. O objetivo é fazer tudo de forma mais eficiente na propriedade, podendo ser através de informações em tempo real, previsões de dados e a utilização de ferramentas avançadas e inteligentes. Levando em consideração a importância da produção de uvas em Santa Catarina, principalmente na Serra Catarinense, e a constante ocorrência de doenças foliares nessa cultura, um dos projetos está sendo iniciado no IFSC é um sistema de monitoramento remoto de doenças baseados em sensores instalados dentro da lavoura. Através de diversos sensores posicionados em locais estratégicos pode-se obter várias informações em tempo real. Após a coleta e o tratamento desses dados pode-se entender de forma objetiva o que está acontecendo na plantação. Dessa maneira, a decisão de quais as ações são necessárias para melhorar a produtividade e o manejo dessas doenças se torna mais fácil e eficaz. Esses sensores podem ser para entender características do solo, medir a umidade e temperatura no solo e no ar; avaliar a velocidade da colheitadeira e outros diversos pontos.

Introdução

As atividades de vitivinicultura e de enoturismo da serra catarinense têm se desenvolvido nos últimos anos devido à produção dos chamados vinhos finos de altitude (vinhos produzidos a partir de uvas cultivadas entre 900 e 1400 metros de altitude em relação ao nível do mar) e também pela abertura das vinícolas e vinhedos para a visitação dos turistas (LOSSO, 2016).

Para garantir a competitividade destas vinícolas no cenário nacional e internacional, faz-se necessária a utilização de técnicas de agricultura de precisão. Estas, por sua vez, permitem alcançar altos índices de qualidade da uva através da prevenção de doenças e pragas, bem como proporcionam informações valiosas que podem ser utilizadas com foco na redução dos custos de produção.

Neste contexto, surge o conceito de Agricultura Inteligente - *Smart Farming*, o qual utiliza, dentre outras tecnologias, a Internet das Coisas (Internet of Things – IoT), para o desenvolvimento de sistemas de monitoramento e controle agropecuários (DWARKANI, 2015; TRIPICCHIO, 2015). Desta forma, é possível realizar o monitoramento e controle centralizados de pontos de aquisição e/ou intervenções distribuídas em uma fazenda.

Na produção de uva, este sistema permite que a partir da instalação de pequenas estações meteorológicas na plantação seja possível obter informações sobre os diferentes microclimas existentes na mesma. Estes, por sua vez, podem ser diferentes de acordo com as condições topográficas e geológicas de cada área. A obtenção da informação precisa permite o correto manejo e aplicação de defensivos (agrotóxicos) de acordo com as características de cada região da plantação, principalmente no que tange ao surgimento de doenças.

Neste contexto, este projeto de pesquisa, desenvolvido pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Câmpus Lages, visa desenvolver um sistema de monitoramento remoto capaz de adquirir dados sobre o microclima diretamente de pontos específicos dos vinhedos, transmiti-los para um sistema de armazenamento em nuvem e processá-los de forma a permitir a geração de *insights* e alertas. A gestão deste conjunto de dados, informações e alertas será realizada através de um *website*, o qual estará acessível a usuários previamente cadastrados.

Epidemiologia de doenças da videira

As principais doenças fúngicas da parte aérea da videira são o míldio (*Plasmopara viticola*), antracnose (*Elsinoe ampelina*), a podridão cinzenta (*Botryotinia fuckeliana*), o oídio (*Uncinula necator*), as podridões do cacho causadas por *Melanconium fuligineum e Glomerella cingulata*, a escoriose (*Phomopsis viticola*), a mancha das folhas (*Isariopsis clavispora*) e a ferrugem (*Phakopsora euvitis*); no sistema radicular, a fusariose (*Fusarium oxysporum* f. sp. *herbemontis*) e o "pé-preto" (*Cylindrocarpon destructans*) (SONEGO, 2003).

Comumente, o surgimento destes patógenos está associado aos eventos microclimáticos ocorridos dentro do parreiral. A identificação correta do agente causal da doença, atrelado a biologia do patógeno e das condições microclimáticas favoráveis ao desenvolvimento das epidemias fornecem subsídios valiosos para estabelecer as medidas adequadas de controle.

Diversos estudos têm sido desenvolvidos sobre o efeito do clima no desenvolvimento de epidemias de doenças de plantas (EVANS, 2008; MILUS, 2009; SHARMA, 2007). Estes trabalhos são de extrema importância na Fitopatologia, pois o clima e a ocorrência de doenças estão diretamente relacionados. Os mesmos autores relatam que a ocorrência de doenças em plantas está vinculada a três elementos: hospedeiro suscetível, patógeno virulento e ambiente favorável, que compõem o que se denomina por Triângulo da Doença de Angelotti, Ghini e Bettiol (Figura 1).

Figura 1 - Triângulo da Doença.



Fonte: Angelotti, Ghini e Bettiol.

Qualquer modificação em um desses fatores pode provocar uma alteração na intensidade da doença ou na sua taxa de desenvolvimento. A incidência, distribuição geográfica e a severidade de uma doença estão condicionadas à ação direta do ambiente sobre o patógeno e sobre a planta hospedeira.

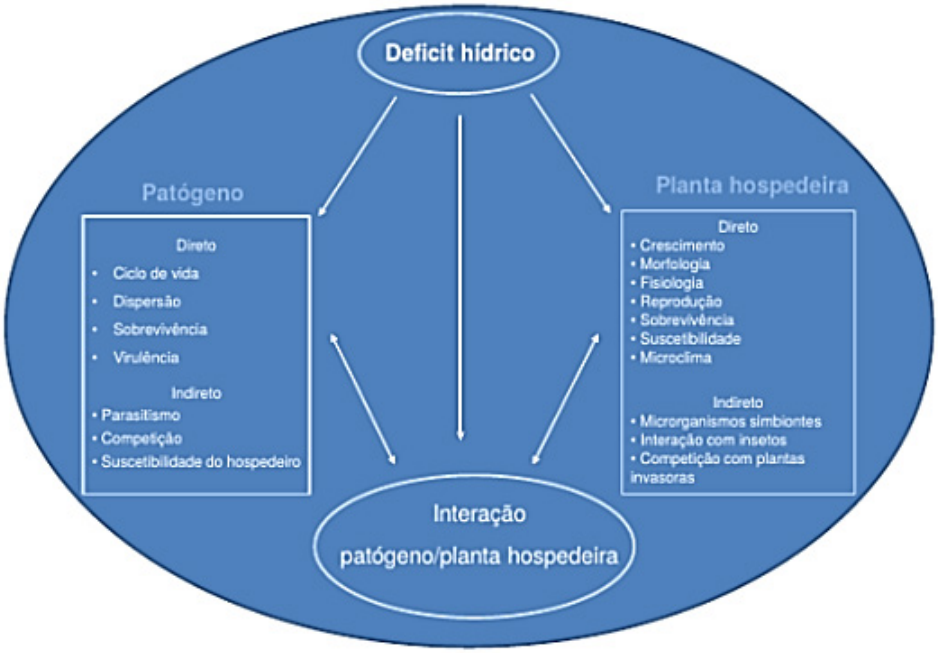
No ambiente, a temperatura é um dos principais elementos climáticos que influenciam todas as fases de crescimento do hospedeiro e também no ciclo de vida do patógeno (AGRIOS, 2008). Assim, as alterações na temperatura poderão causar impactos sobre a ocorrência de doenças em plantas (ANGELOTTI, 2017).

De maneira geral, os impactos da temperatura sobre a planta hospedeira podem interferir no seu crescimento, fisiologia, morfologia, reprodução e sobrevivência, causando alterações na interação com os microrganismos simbiontes, com os insetos e na competição com plantas invasoras, bem como na resistência a fitopatógenos e insetos-pragas. Além disso, a temperatura pode afetar o patógeno, por meio de interferências diretas no ciclo de vida, na dispersão e na sobrevivência dos microrganismos. Indiretamente, a temperatura pode afetar as interações de parasitismo e competição (ANGELOTTI,2017; AGRIOS, 2008).

A água é um elemento importante tanto para o crescimento e desenvolvimento das plantas quanto para o processo de infecção dos patógenos e, consequentemente, atua diretamente na interação planta-patógeno. A ocorrência de doenças em plantas é resultante da favorabilidade do ambiente, da suscetibilidade do hospedeiro e da presença do patógeno. Deste modo, as reduções da precipitação, por meio do deficit hídrico, poderão causar impactos nas ocorrências de doenças em plantas. Além disso, o deficit hídrico poderá causar um efeito direto e/ou indireto tanto no patógeno, quanto na planta hospedeira. No patógeno, poderá causar impacto nas diferentes fases do ciclo de desenvolvimento e nas plantas poderá afetar todo o seu desenvolvimento, aumentando ou diminuindo a suscetibilidade das mesmas.

Angelotti e Hamada (2017), afirmam que a umidade do ar é um dos elementos fundamentais para a distribuição geográfica de plantas e fungos, interferindo no crescimento, reprodução e dispersão, tanto do patógeno quanto do hospedeiro (Figura 2). O míldio da videira, uma das principais doenças da cultura, causada pelo fungo *Plasmopara viticola*, requer no mínimo 2 horas de molhamento foliar para causar a infecção. Esse fungo também necessita de água livre para a formação de suas estruturas reprodutivas. O cancro-bacteriano da videira, causado pela bactéria *Xanthomonas campestris* pv. *viticola*, é uma doença de importância econômica para a cultura, podendo reduzir significativamente a produção (LIMA,1999 apud ANGELOTTI, 2017).

Figura 2 - Impactos do déficit hídrico na interação patógeno ambiente.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O monitoramento das condições climáticas in loco no ambiente produtivo vem a colaborar com a prevenção e tomadas de decisão corretas no manejo de doenças na cultura da videira. Assim, a diminuição da umidade relativa do ar, associada a precipitação bem distribuída, pode retardar o desenvolvimento de fungos e bactérias patogênicas, porque muitos dependem da água para o seu desenvolvimento (KLOPFENSTEIN, 2009). O estresse por deficit hídrico pode contribuir para aumentar a suscetibilidade das plantas à infecção por patógenos, ou até mesmo, induzir mecanismos de defesa, aumentando a resistência das mesmas. Assim, a interação planta-patógeno, poderá responder de diferentes maneiras ao deficit hídrico, podendo aumentar a tolerância e/ou a suscetibilidade das plantas.

Além disso, a falta de água pode interferir diretamente no ciclo de desenvolvimento do patógeno. Por isso, os efeitos do deficit hídrico sobre o risco de ocorrência de doenças de plantas também têm sido alvo de pesquisas para os diferentes patossistemas (MAXWELL, 1997; MAYEKPREZ, 2002; XU,2008).

Agricultura Inteligente (*Smart Farming*)

Para auxiliar no monitoramento destes eventos microclimáticos, a agricultura moderna lança mão de ferramentas baseadas no conceito de Internet das Coisas (*Internet of Things* - IoT), o qual é um paradigma de comunicação recente que prevê que em um futuro próximo, objetos da vida cotidiana serão equipados com microcontroladores, transmissores para comunicação digital e pilhas de comunicação de forma a possibilitar que estes se comuniquem uns com os outros e com os usuários a fim de tornarem-se parte da Internet (ZANELLA, 2014).

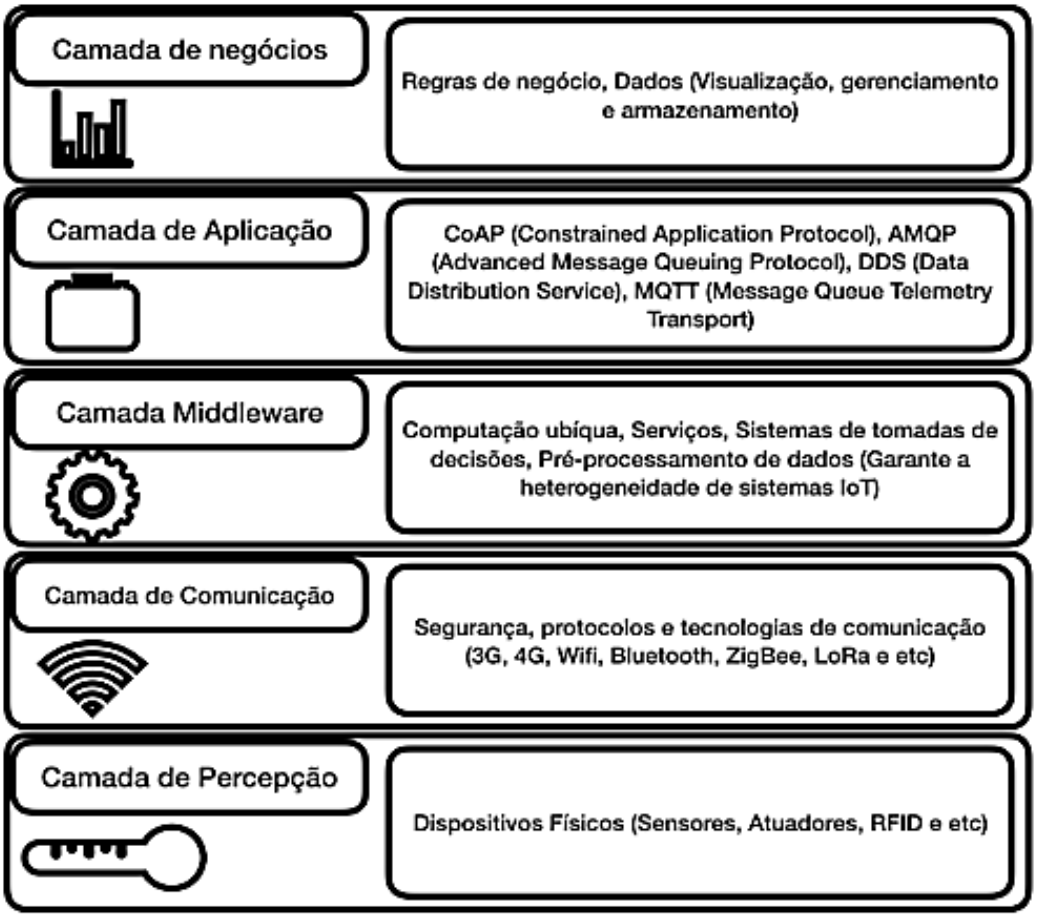
Neste contexto, a tecnologia IoT, permite a criação de um conjunto de aplicações que fazem uso do potencial existente por trás da variedade de dados gerados por estes dispositivos. Estas aplicações podem fornecer novos tipos de serviços para a população, empresas e governos. Este paradigma permite a criação de aplicações em diferentes domínios, como automação residencial, automação industrial, cuidados médicos, gestão inteligente de energia, controle agropecuário, entre outros (BELLAVISTA, 2013).

Baseado na tecnologia IoT e na potencialidade das aplicações que esta ferramenta pode fornecer, surge o conceito de Agricultura Inteligente (*Smart Farming*), o qual é a aplicação de tecnologias de informação e comunicação (*Information and Communication Technologies* - ICT) na agricultura e pecuária, com o objetivo de se obter informações detalhadas para o auxílio na tomada de decisões e a automatização de processos de forma otimizada (WOLFERT, 2017).

Desta forma, um sistema de auxílio à tomada de decisão (*Decision Support System* - DSS), similarmente aos sistemas Siega (BIELSA, 2012) e PreDiVine (LIBELIUM, 2015) desenvolvidos na Espanha e Suíça, respectivamente, podem ser construídos fazendo uso da massa de dados adquirida. Quando associados à módulos de inteligência artificial, nomeadamente para sistemas de monitoramento de microclimas em plantações de uva, estes sistemas podem ser capazes de realizar predições do surgimento de doenças fúngicas com base em modelos fenológicos.

Pelo fato da construção de soluções IoT ser uma tecnologia relativamente recente, ainda não existe uma padronização que possa ser aplicada na concepção de uma arquitetura para as mesmas. No entanto, um dos modelos propostos na literatura que vem ganhando grande visibilidade é o proposto por Khan et al., (2012), o qual baseia-se em uma arquitetura composta por cinco camadas (Figura 3).

Figura 3 - Arquitetura de uma solução IoT.



Fonte: Khan et al., 2012.

O projeto de pesquisa proposto pelo IFSC Campus Lages, utilizará uma metodologia exploratória, e será subdividido em 6 partes conforme segue:

- Desenvolvimento de dois modelos de sistema embarcado: *gateway* - estação base responsável por interligar as estações de aquisição de dados (*end-nodes*) com o servidor de armazenamento de dados em nuvem. Será dotada de uma unidade microcontroladora (*Microcontroller Unit* - MCU), bateria, antena, memória flash, interfaces de comunicação Ethernet, GSM e LoRa, sendo esta última utilizada para comunicação com os end-nodes;
- end-node: estação responsável pela aquisição de dados através de sensores e envio dos mesmos ao gateway. Será dotada de uma MCU, bateria, antena, interface de comunicação LoRa e sensores para a aquisição das seguintes

métricas: Temperatura e Umidade do Ambiente; Temperatura do Solo; Umidade do Solo; Umidade Foliar; Luminosidade; Radiação Ultravioleta; Pressão Atmosférica; Velocidade do Vento; Precipitação da Chuva; Calibração e validação dos valores mensurados pelos sensores do end-node;

- Configuração, integração e teste dos sistemas de comunicação: comunicação entre o gateway e o servidor de dados em nuvem através das interfaces Ethernet (rede cabeada) e GSM (infraestrutura de telefonia celular);
- Comunicação entre o gateway e os end-nodes através da interface LoRa;
- Configuração do framework ThingsBoard para integração com o gateway através do protocolo MQTTS (MQTT + SLL).

Todas as fases serão iniciadas com um estudo teórico e posterior geração de relatório técnico. Este, por sua vez, deverá conter as tecnologias avaliadas, suas vantagens e desvantagens, e por fim o motivo que levou à escolha da tecnologia utilizada na etapa em questão. Posteriormente, na fase de desenvolvimento, será realizada a aplicação prática da tecnologia selecionada na fase anterior. Ao final desta, o relatório técnico será complementado de forma a contemplar os desafios/problemas encontrados, soluções adotadas, testes realizados e seus respectivos resultados.

Considerações

Sistemas de monitoramento e controles agropecuários, para a geração de *insights* e alertas, com a utilização de ferramentas "*Smart Farming*", auxiliam no alcance de altos índices de qualidade das uvas, através da prevenção de doenças e pragas, bem como proporcionam informações que podem ser utilizadas com foco na redução dos custos de produção.

O sistema desenvolvido neste projeto de pesquisa será inicialmente implantado e validado em uma área de teste, entretanto sua aplicabilidade expande-se às demais áreas produtivas de uva do país, bem como a outros tipos de culturas.

Possui um potencial de impacto socioeconômico grande, uma vez que é capaz de melhorar significativamente a atividade de vitivinicultura e consequentemente de enoturismo no estado de Santa Catarina. Seu impacto ambiental também pode ser considerado significativo, uma vez que através das informações resultantes do

sistema será possível reduzir a utilização de agrotóxicos nos vinhedos.

Referências

AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 5. ed. [S.l.]: Elsevier Academic Press, 2008. 922 p.

ANGELOTTI, F.; HAMADA, H. Efeito do déficit hıdrico sobre a ocorrência de doenças de plantas. In: BETTIOL, W. (Ed.). **Aquecimento global e problemas fitossanitários**. 1. ed. Brasília/DF: Embrapa Meio Ambiente, 2017. cap. 7, p. 144–158.

ANGELOTTI, F.; GHINI, R.; BETTIOL, W. Como o aumento da temperatura interfere nas doenc¸as de plantas? In: BETTIOL, W. (Ed.). **Aquecimento global e problemas fitossanitários**. 1. ed. Bras´ılia/DF: Embrapa Meio Ambiente, 2017. cap. 6, p. 116–143.

BELLAVISTA, P. et al. Convergence of manet and wsn in iot urban scenarios. **IEEE Sensors Journal**, v. 13, n. 10, p. 3558–3567, Oct 2013.

BIELSA, A. **Smart Agriculture project in Galicia to monitor vineyards with Waspmote**. 2012. On-line. Disponível em: hhttp://www.libelium.com/ smart agriculture vineyard sensors waspmote/i.

DWARKANI, C. et al. Smart farming system using sensors for agricultural task automation. In: **IEEE Technological Innovation in ICT for Agriculture and Rural Development (TIAR)**. [S.l.: s.n.], 2015. p. 49–53.

EVANS N.; BAIERL, A. S. M. A. G. P. F. B. D. L. Range and severity of a plant disease increased by global warming. **Journal of the Royal Society Interface**, v. 5, n. 22, p. 525–531, 2008.

FIELD, C. B. et al. **Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation: a special report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge/UK, 2012. 594 p.

KHAN, R. et al. Future internet: The internet of things architecture, possible applications and key challenges. In: **2012 10th International Conference on Frontiers of Information Technology**. [S.l.: s.n.], 2012. p. 257–260.

KLOPFENSTEIN, N. B. Approaches to predicting potential impacts of climate change on forest disease: an example with Armillaria root disease. [S.l.]: **US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station**, 2009.

LIBELIUM. **Precision Agriculture: Predicting Vineyard Conditions, Preventing Disease**. 2015. On-line. Dispon´ıvel em: hhttp://www.libelium.com/precision-agriculture-predicting-vineyard-conditions-preventing-disease/ i.

LIMA, M. F. et al. Bacterial canker of grapevine in brazil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 23, n. 3, p. 440–443, 1999.

LOSSO, F. B. **A vitivinicultura de altitude em santa catarina: Desafios para o desenvolvimento do enoturismo**. 307 p. Tese (Doutorado) — Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/173660, 2016.

MAXWELL, D. L.; KRUGER, E. L.; STANOSZ, G. R. Effects of water stress on colonization of poplar stems and excised leaf disks by septoria musiva. **Phytopathology™**, v. 87, n. 4, p. 381–388, 1997.

MAYEK-P´EREZ, N. et al. Water relations, histopathology and growth of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) during pathogenesis of *Macrophomina phaseolina* under drought stress. In: [S.l.: s.n.], 2002.

MILUS, E.; KRISTENSEN, K.; HOVMOLLER, M. Evidence for increased aggressiveness in a recent widespread strain of puccinia striiformis f. sp. tritici causing stripe rust of wheat. **Phytopathology**, v. 99, p. 89–94, 02 2009.

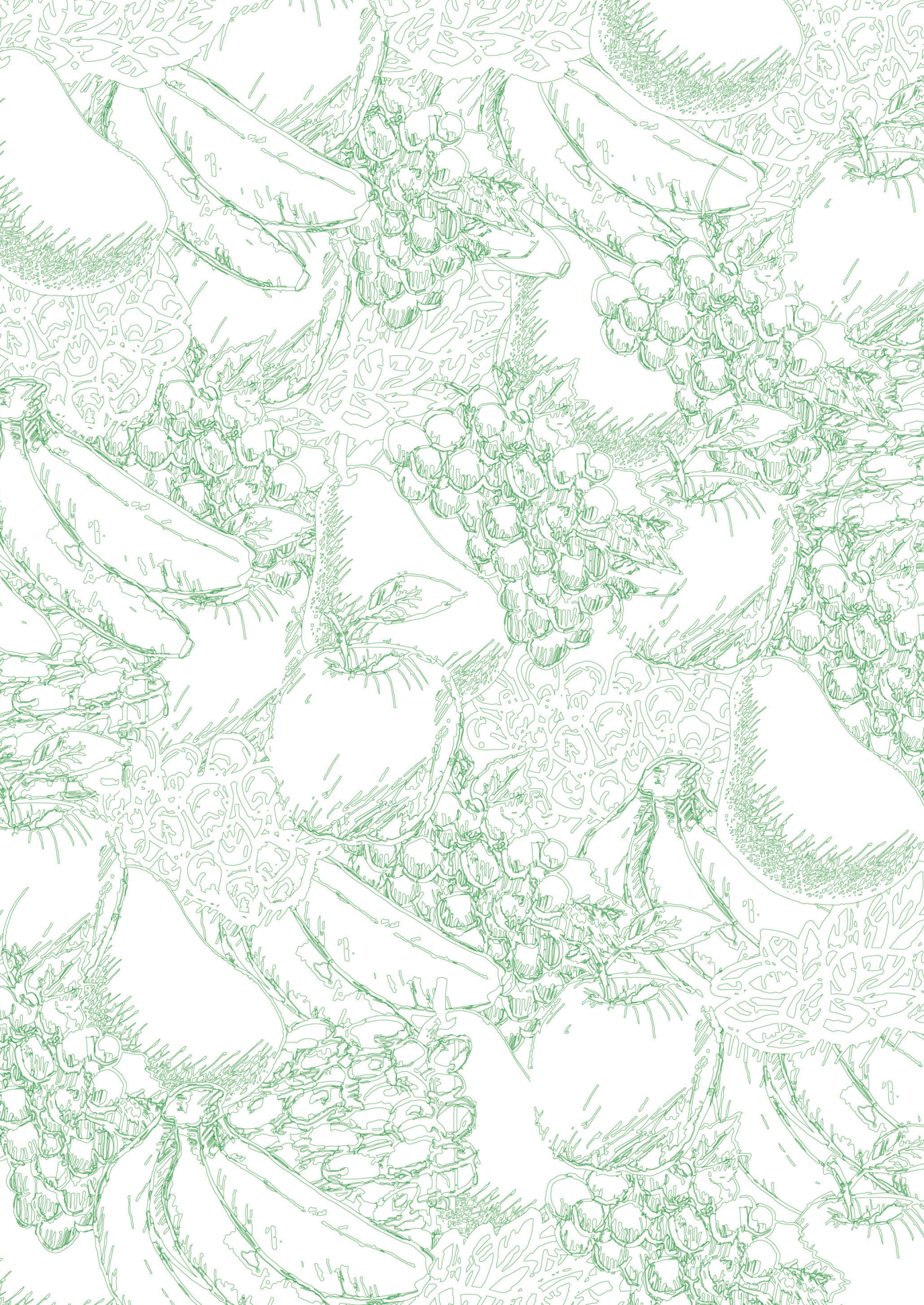
SHARMA, R.; DUVEILLER, E.; ORTIZ-FERRARA, G. Progress and challenge towards reducing wheat spot blotch threat in the eastern gangetic plains of south asia: Is climate change already taking its toll? **Field Crops Research**, v. 103, n. 2, p. 109 – 118, 2007. ISSN 0378-4290.

SONEGO, O. R.; GARRIDO, L. da R.; JUNIOR, A. G. Doenc¸as fúngicas. In: LEITE, E. J. (Ed.). **Frutas do Brasil: Uva para processamento - fitossanidade**. 1. ed. Brasília/DF: Embrapa Informações Tecnológicas, 2003. cap. 2, p. 11–14.

TRIPICCHIO, P. et al. Towards smart farming and sustainable agriculture with drones. In: **International Conference on Intelligent Environments**. [S.l.: s.n.], 2015. p. 140–143.

XU, P. et al. Virus infection improves drought tolerance. The New Phytologist, **[Wiley, New Phytologist Trust]**, v. 180, n. 4, p. 911–921, 2008.

ZANELLA, A. et al. Internet of things for smart cities. **IEEE Internet of Things Journal**, v. 1, n. 1, p. 22–32, Feb 2014.



Diversidade de fungos endofíticos isolados de plantas nativas da Serra Catarinense e seu potencial no controle de fitopatógenos

Autores

Alaide Cristina de Bem Matos

Ana Maria Pereira Reche

Mércia Maguerroski Castilho

Silmar Primieri

Resumo: Fungos endofíticos são microrganismos que vivem no interior de tecidos vegetais, sem causar dano à planta. Esses microrganismos apresentam potencial de ajudar o vegetal através de diversos mecanismos, entre eles, podem atuar na proteção à planta contra fitopatógenos. A agricultura é base para o desenvolvimento econômico catarinense e brasileiro e muitos cultivos acabam sendo acometidos por perdas de produtividade causados por fitopatógenos, como as doenças fúngicas antracnose e fusariose. Para evitar as perdas se faz necessário o uso de agrotóxicos que degradam o meio ambiente. Uma alternativa a esses agrotóxicos é o biocontrole utilizando fungos endofíticos. O objetivo deste trabalho foi analisar in vitro o potencial de biocontrole de fungos endofíticos de *Acca sellowiana* e *Eugenia pyriformis*. Os fungos foram isolados, classificados morfologicamente, testados para o antagonismo à fungos fitopatogênico (*Fusarium oxysporum e Colletotrichum siamense*) e classificados geneticamente. Dos 48 fungos isolados 19 apresentaram potencial de antagonismo superior a 50% para os dois fungos fitopatogênicos testados. Dentre os diversos gêneros de fungos identificados através de análise genética, destacaram-se fungos do gênero *Fusarium* sp., que, embora sejam considerados como fitopatógenos, também podem colonizar tecidos vegetais sem prejudicar a planta e atuar no controle de outras espécies. Os resultados demonstraram o potencial de fungos endofíticos em controlar o crescimento de fitopatógenos, o que caracteriza sua potencialidade de uso no biocontrole de patógenos agrícolas.

Introdução

A economia catarinense tem sua base na agricultura, com destaque para os cultivos anuais como milho e soja. Além dessas culturas, há também a fruticultura, com estabelecimentos que produzem banana, maçã, uva, maracujá, pêssego e ameixa (CENSO 2017; EPAGRI, 2018). Os cultivos agrícolas são acometidos por diversas doenças que causam a perda total ou parcial da produção e consecutivamente a perda econômica. Os principais patógenos causadores dessas doenças incluem vírus, bactérias e fungos (ISLAM, 2018).

Fungos são causadores de perdas durante a produção e também no período pós-colheita das culturas, como na fruticultura, através de doenças como a antracnose, podridão do pedúnculo e varicela causadas pelo fungo *Colletotrichum sp*. e no cultivo de grãos como a fusariose causada pelo *Fusarium sp*. (BAILEY et al., 1992).

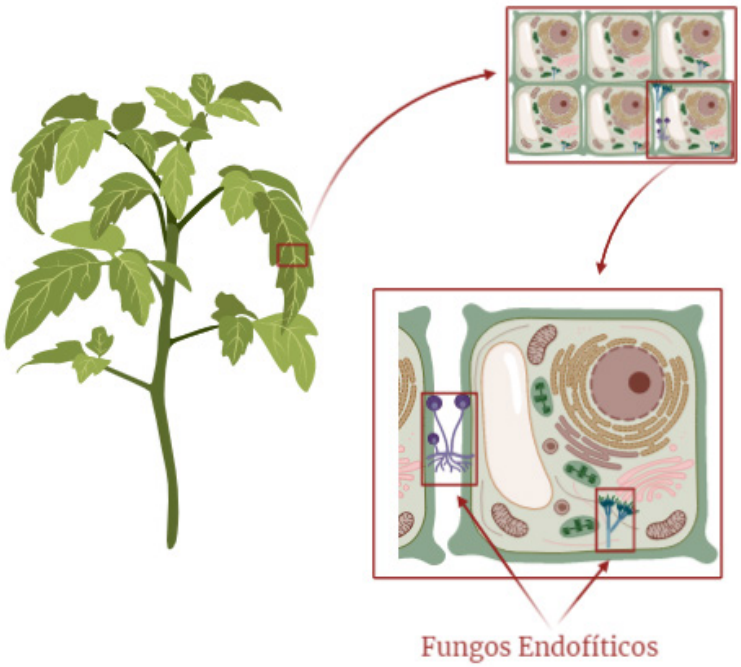
A antracnose causada por *Colletotrichum sp*. é a principal doença de frutos em pós-colheita, sendo considerada doença de elevada importância econômica (SERRA & SILVA, 2004). O sintoma típico da doença é caracterizado por lesões arredondadas, grandes, necróticas, com o centro dos tecidos deprimidos, onde são produzidas massas de conídios de coloração alaranjada (BAILEY et al., 1992), podendo ocorrer uma podridão-mole nos frutos, prejudicando a sua comercialização (LIMA FILHO et al., 2003).

Já a fusariose causada pelo *Fusarium sp*. provoca uma diminuição do rendimento e qualidade de grãos e uma contaminação do grão com micotoxinas como o desoxinivalenol, o nivalenol, a toxina T-2 e a zearalenona, que são substâncias que ameaçam a segurança alimentar humana (PLACINTA et al., 1999).

Para combater essas perdas, os fungicidas sintéticos são amplamente utilizados, mas podem produzir efeitos colaterais prejudiciais, como a poluição ambiental severa e o desenvolvimento de estirpes multi-resistentes. Uma forma de evitar o uso desses produtos é buscar medidas de controle biológico como a utilização do potencial biotecnológico de microrganismos endofíticos isolados de plantas (AZEVEDO & ESPOSITO, 2010).

Fungos endofíticos ou endófitos são micro-organismos que residem dentro dos tecidos sadios de plantas (Figura 1) sem causar nenhum impacto negativo no hospedeiro (ASSUMPÇÃO et al., 2009). Os endófitos estão associados às raízes, caules, folhas, flores e frutos de plantas e se distinguem dos micro-organismos epifíticos, os quais habitam a superfície dos órgãos e tecidos vegetais. Ademais, diferenciam-se dos micro-organismos fitopatogênicos por não apresentarem sintomas prejudiciais às plantas, não causando doença (AZEVEDO & ESPOSITO, 2010).

Figura 1 - Representação dos fungos endofíticos nas células vegetais (intra e intercelulares).



Fonte: Elaborado pelo autor.

Dentro desse contexto, os microrganismos apresentam uma importante propriedade de conferir proteção às plantas, seja pela sua presença nas plantas hospedeiras ou pela aplicação como agentes de biocontrole, que podem resultar na eliminação de pragas agrícolas auxiliando no controle da sanidade alimentar e evitando também uma possível contaminação ambiental por uso de fungicidas sintéticos (SOUZA, 2001 apud SANTOS, 2011).

Estudos utilizando o potencial de biocontrole de fungos endofíticos são recentes e muitas plantas ainda não foram exploradas nesse contexto. Em Santa Catarina, existem algumas pesquisas com fungos endofíticos de plantas arbustivas (BESEN, 2017), porém até o momento não há relatos de trabalhos com frutíferas nativas como a goiaba serrana (*Acca sellowiana*) e uvaia (*Eugenia pyriformis*).

Neste capítulo apresentamos fungos endofíticos de plantas nativas de Santa Catarina (goiaba serrana e uvaia) e seu potencial de biocontrole sobre fitopatógenos, como o *Colletotrichum siamense* e o *Fusarium oxysporum*.

Fungos endofíticos de goiaba serrana (*Acca sellowiana*) e uvaia (*Eugenia pyriformis*).

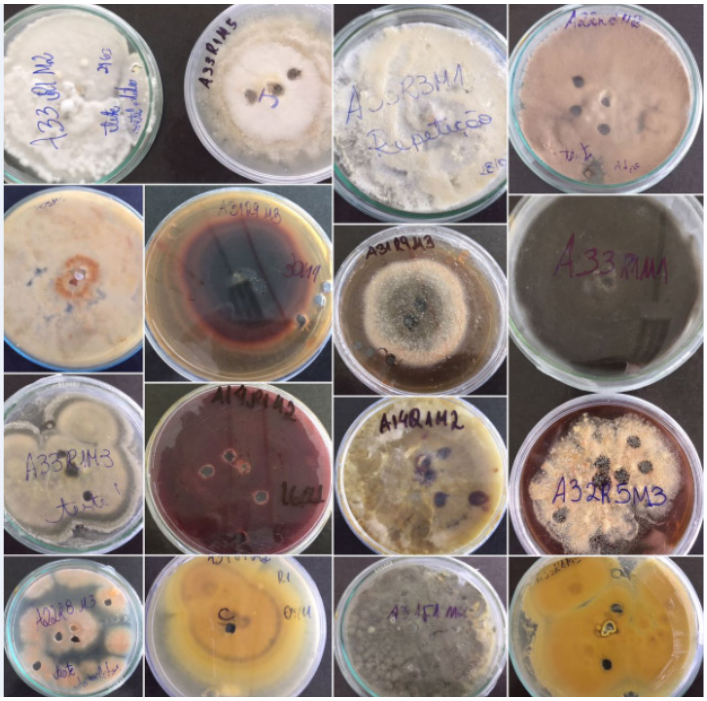
Para obtenção dos isolados foram coletados ramos e folhas das duas espécies (*Acca sellowiana* e *Eugenia pyriformis*). Desses ramos e folhas foram isolados fungos endofíticos utilizando placas com meio batata dextrose ágar (BDA). No total foram isolados 421 fungos.

Devido ao grande número de fungos isolados e a similaridades das características entre eles, cada isolado de fungo endofítico foi classificado morfologicamente (ver figura 2) quanto à cor (superior e cor reversa), taxa decrescimento em 7 dias, elevação (elevado ou achatado), formato de borda (regular ou irregular) e textura (algodonoso, aveludado e purulento) e divididos em grupos com similaridade de 80% utilizando o software PAST. Um representante de cada grupo foi aleatoriamente selecionado e teve seu DNA extraído e a região 16S amplificada para posterior identificação molecular. Esses isolados foram então avaliados quanto ao seu potencial de biocontrole de fungos fitopatogênicos através de teste de antagonismo in vitro contra os fungos fitopatogênicos *Colletotrichum siamense* e *Fusarium oxysporum*.

Através do agrupamento, baseado nas características morfológicas dos fungos endofíticos, foram selecionados 20 fungos endofíticos de goiaba serrana e 28 de uvaia (Figura 2).

Dos 48 fungos endofíticos selecionados, 21 não puderam ser ainda identificados molecularmente, pois necessitam de ajustes na metodologia, que permitam a amplificação da região de DNA requerida. Os demais, através da ferramenta BLAST (NCBI), disponível em https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi, foram classificados por similaridade com gêneros já conhecidos. Dos 26 fungos endofíticos identificados a nível de gênero, 25,93% apresentaram similaridade com o gênero *Diaporthe sp*.; 18,52% apresentaram similaridade com *Colletotrichum* sp.; 11,11% apresentaram similaridade com *Pestalotiopsis sp.* e *Epicocum sp*.; os outros 33,33% foram classificados em 7 outros gêneros, como pode ser observado na Tabela 1.

Figura 2 - Aspectos morfológicos de fungos endofíticos isolados de goiaba-serrana e uvaia na serra de Santa Catarina.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 1 - Gêneros dos fungos endofíticos isolados de goiaba serrana e uvaia baseados na identificação genética (16S).

Fungo	Similaridade (%)	Gênero
ENDO-1	99.82%	*Pestalotiopsis sp.*
ENDO-2	97.95%	*Diaporthe sp.*
ENDO-3	99.80%	*Epicoccum sp.*
ENDO-4	100.00%	*Diaporthe sp.*
ENDO-5	100.00%	*Epicoccum sp.*
ENDO-6	100.00%	*Fusarium sp.*
ENDO-7	100.00%	*Colletotrichum sp.*
ENDO-8	99.24%	*Clonostachys sp.*
ENDO-9	99.46%	*Curvularia sp.*
ENDO-10	100.00%	*Penicillium sp*
ENDO-11	99.45%	*Colletotrichum sp.*
ENDO-12	96.82%	*Colletotrichum sp.*
ENDO-13	99.45%	*Colletotrichum sp.*
ENDO-15	88.14%	*Penicillium sp.*
ENDO-17	100.00%	*Fusarium sp.*

continua...

ENDO-18	100.00%	*Pestalotiopsis sp.*
ENDO-19	99.80%	*Epicoccum sp.*
ENDO-20	98.88%	*Diaporthe sp.*
ENDO-24	96.80%	*Exophiala sp.*
ENDO-35	75.00%	*Diaporthe sp.*
ENDO-37	98.14%	*Diaporthe sp.*
ENDO-39	99.60%	*Pestalotiopsis sp*
ENDO-40	98.33%	*Diaporthe sp.*
ENDO-41	97.82%	*Colletotrichum sp.*
ENDO-43	100.00%	*Trichoderma sp.*
ENDO-48	98.70%	*Diaporthe sp.*

Fonte: Elaborado pelo autor.

Potencial de biocontrole dos fungos endofíticos de goiaba serrana (*Acca sellowiana*) e uvaia (*Eugenia pyriformis*)

Quarenta e oitos fungos endofíticos foram avaliados quanto ao seu potencial de uso como agentes de biocontrole. Destes, 19 fungos apresentaram potencial de antagonismo maior que 50% (valor mínimo recomendado para identificar antagonismo) (Kusari et al, 2013) para os dois fungos fitopatogênicos testados, 8 fungos apresentaram potencial de inibição maior que 50% apenas para o *C. siamense* e 2 fungos apenas para o *F. oxysporum*, como pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2 - Percentual (%) de antagonismo e classificação de interação dos fungos endofíticos sobre os fitopatógenos.

	% Antagonismo		**Interação**	
Fungo	***F. oxisporum***	***C. siamense***	***F. oxisporum***	***C. siamense***
ENDO-1	41,7	45,6	III	III
ENDO-2	49,6	61,5	III	XI
ENDO-3	53,6	55,6	XI	XI
ENDO-4	41,7	43,7	VI	III
ENDO-5	29,8	43,7	IX	IX
ENDO-6	71,4	82,9	VII	VII
ENDO-7	47,6	49,6	I	III
ENDO-8	35,7	47,6	I	I
ENDO-9	44,6	68,5	I	I

continua...

ENDO-10	59,5	50,6	XI	I
ENDO-11	44,6	50,6	I	I
ENDO-12	47,6	47,6	VII	II
ENDO-13	50,6	59,5	I	I
ENDO-14	61,5	59,5	I	I
ENDO-15	55,6	59,5	I	VII
ENDO-16	56,5	53,6	III	I
ENDO-17	0,0	56,5	III	III
ENDO-18	49,6	57,5	III	III
ENDO-19	29,8	43,7	IX	IX
ENDO-20	59,5	59,5	III	II
ENDO-21	47,8	47,6	XI	XI
ENDO-22	49,8	56,2	XI	XI
ENDO-23	53,4	60,0	XI	XI
ENDO-24	19,3	8,6	II	VII
ENDO-25	48,6	61,9	VII	VII
ENDO-26	48,6	69,0	II	VII
ENDO-27	35,7	47,1	VI	III
ENDO-28	38,2	21,4	VI	VI
ENDO-29	45,4	53,6	VII	VII
ENDO-30	39,0	49,0	I	IX
ENDO-31	36,9	39,0	XI	XI
ENDO-32	57,2	53,6	II	XI
ENDO-33	54,2	48,6	XI	XI
ENDO-34	55,0	58,6	II	XI
ENDO-35	59,8	58,6	VI	XI
ENDO-36	56,6	56,7	XI	XI
ENDO-37	49,0	45,7	XI	XI
ENDO-38	51,8	60,0	XI	II
ENDO-39	41,0	49,5	VI	I
ENDO-40	56,6	55,7	XI	XI
ENDO-41	68,7	53,3	XI	XI
ENDO-42	49,4	52,9	XI	XI
ENDO-43	50,6	36,7	II	VII
ENDO-44	56,0	57,9	XI	XI
ENDO-45	61,4	57,1	II	XI
ENDO-46	47,0	44,3	VI	XI
ENDO-47	45,2	42,4	IX	I
ENDO-48	56,6	50,5	XI	XI

*I - Param de crescer quando se encontram. II- O endofítico cresce menos de 1cm sobre o fitopatógeno. III - Não se encontram. VI - Formam um halo transparente. VII - O endofítico cresce sobre o fitopatógeno. IX - Colore o meio. XI - Se encontram e forma um halo colorido.

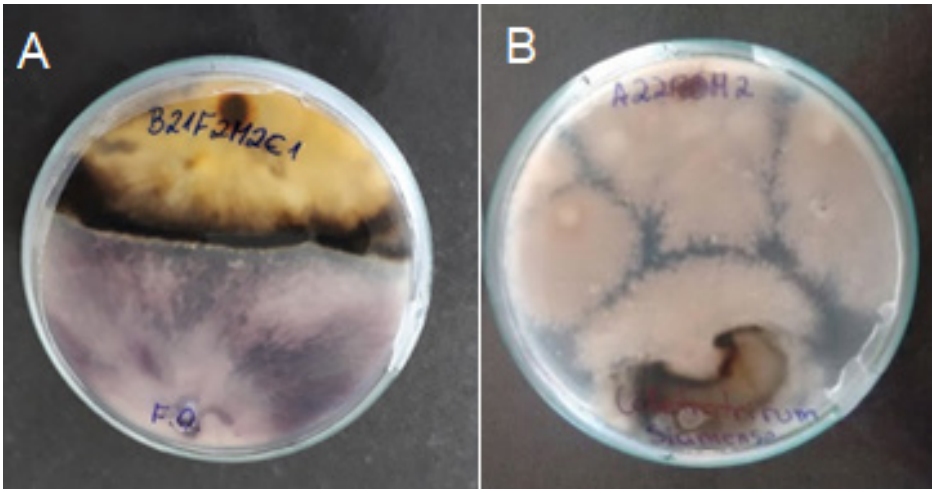
Fonte: Elaborado pelo autor.

O fungo com maior potencial de antagonismo para os dois fitopatógenos testados foi o ENDO-6 com 71,7% de inibição sobre o *F. oxysporum* e 82,9% sobre o *C. siamense*, já o fungo com maior percentual de antagonismo apenas para o *F. oxysporum* foi o ENDO-33 com 56% de inibição e para o *C. siamense* o ENDO-26 com 69%.

Na Tabela 2 pode-se observar também a classificação das interações onde a interação mais observada foi a XI na qual, ao se encontrarem, os fungos formam um halo colorido (Figura 3A). Ao todo, 39,58% dos fungos endofíticos apresentaram este tipo de interação quando em contato com o *C. siamense*, já 33,33% quando em contato com o *F. oxysporum*. Apenas 14,58% dos fungos cresceram sobre o C. siamense e 8,33% sobre o *F. oxysporum*, interação VII (Figura 3B).

Figura 3 - Teste de antagonismo onde o fungo endofítico apresenta a formação de halo colorido (A) em contato com o *F. oxysporum* (interação XI) e inibe o crescimento do fitopatógeno *C. siamense* (B).

(A) (B)



Fonte: Elaborado pelo autor.

A presença de fungos endofíticos pertencentes a gêneros de fungos considerados fitopatógenos tem sido observado em diversos trabalhos (Pérez, 2016). Esses fungos podem estar em um estágio latente, podendo ser considerado como endofítico, dependendo das condições ambientais e o estado fisiológico da planta.

Neste trabalho, o fungo endofítico ENDO-6, pertence ao gênero *Fusarium sp*,

apresentou o melhor potencial de antagonismo entre todos os avaliados. Assim, a natureza da associação entre os microrganismos endofíticos e seus hospedeiros varia de parasitismo ou antagonismo, a comensalismo ou simbiose e deve ser avaliado caso a caso (AZEVEDO & ESPOSITO, 2010). Vale ressaltar que o gênero *Fusarium* possui diversas espécies e muitas delas são específicas ao seu hospedeiro, o que destaca a necessidade de ampliar os estudos a nível de espécie.

No entanto, alguns dos fungos endofíticos encontrados neste estudo são descritos com diversos usos, como na indústria farmacêutica, na produção de antibióticos como epicorazine A & B, flavipin e acetonitrila-2-indole, que é o caso dos fungos classificados como *Epicocum sp*. (ARAÚJO, 2012).

Outro fungo encontrado neste estudo com um ótimo potencial de utilização é o do gênero *Trichoderma sp*. Este gênero encontra-se entre os agentes de controle biológico mais estudados e empregados na produção agrícola mundial, pois, além de possuírem grande potencial para melhorar a sanidade e o desenvolvimento de plantas, não são patogênicos ao homem e ao meio ambiente (LUCON, 2014).

De forma geral, a maioria dos fungos foram capazes de controlar o crescimento dos fungos fitopatogênicos e novos trabalhos deverão ser desenvolvidos para avaliar os resultados de controle de fitopatógenos *in vivo*. As taxas de inibição de fitopatógenos podem variar de acordo com o pH e o meio onde são cultivados (PAN, et al, 2016), no entanto mesmo utilizando-se protocolo padrão foi demonstrado o potencial de biocontrole dos fungos endofíticos.

Considerações

Os resultados demonstraram o potencial de fungos endofíticos em controlar o crescimento de fitopatógenos, o que caracteriza sua potencialidade de uso no biocontrole desses importantes patógenos agrícolas. A identificação morfológica e genética dos fungos endofíticos ainda é um desafio, pois trata-se de microrganismos ainda pouco estudados, com espécies ainda não totalmente descritas. Por fim, a biodiversidade é fonte de inúmeros produtos ainda desconhecidos, sua proteção e o investimento em pesquisa são fundamentais para sua valorização.

Referências

ARAÚJO, F. D. S. **Aspectos da ecologia química de Enterobacter sakazakii *(Cronobacter spp.), Epicoccum nigrum* e *Tetragonisca angustula***. Universidade Estadual de Campinas, 2012.

ASSUMPÇÃO, L. C., LAÇAVA, P. T., DIAS, A. C. F., AZEVEDO, J. L., MENTEN, J. O. M. **Diversidade e potencial biotecnológico da comunidade bacteriana endofítica de sementes de soja**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 2009. v. 44, n. 5, p. 503-510.

AZEVEDO, J. L., ESPOSITO, E. (Org.). **Fungos: uma introdução à biologia, bioquímica e biotecnologia**. 2. ed. rev. ampl. Caxias do Sul: Ed. UCS, 2010. 638 p.

BAILEY, J.A., O'CONNELL, R.J., PRING, R.J., NASH, C. **Infection strategies of *Colletotrichum* species**. In: BAILEY, A. J.; JEGER, J. M. ***Colletotrichum*: biology, pathology and control**. Oxford: British Society for Plant Pathology, 1992. p.88-120.

BESEN, K. **Autoecologia de Gaylussacia brasiliensis (Ericaceae), em restinga da Ilha de Santa Catarina, Sul do Brasil**. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Florianópolis, 2017.

CHAMBERLAIN, K., CRAWFORD, D. L. **In vitro and in vivo antagonism of pathogenic turfgrass fungi by Streptomyces hygroscopicus strains YCED9 and WYE53**. J. Ind Microbiol Biotechnol, 1999. v. 23.

EPAGRI - **Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina**. Disponível em: <http://webdoc.epagri.sc.gov.br/sintese.pdf> Acesso: 19/05/2020.

ISLAM, W. **Plant disease epidemiology: disease triangle and forecasting mechanisms in highlights**. Hosts and Viruses, 2018. v. 5, p. 7-11.

KUSARI, P., KUSARI, S., KAYSER, O. **Endophytic fungi harbored in *Cannabis sativa* L.: Diversity and potential as biocontrol agents against host plant-specific**. Mushroom Research Foundation, 2012.

LIMA FILHO, R. M., OLIVEIRA, S. M. A., MENEZES, M. **Caracterização Enzimática e Patogenicidade Cruzada de Colletotrichum spp. Associados a Doenças de Pós-Colheita**. Fitopatologia Brasileira, Brasília, 2003. v.28, n.6, p.620-625.

LUCON, C. M. M. **Trichoderma: o que é, para que serve e como usar corretamente na lavoura**. [editado por] Cleusa Maria Mantovanello Lucon; ilustração Alexandre Levi Rodrigues Chaves; revisão Simone Bacilieri. São Paulo, 2014. 28p.

PAN, F. et al. **Endophytic fungus strain 28 isolated from Houttuynia cordata possesses wide-spectrum antifungal activity**. Brazilian journal of microbiology, 2016. v. 47, n. 2, p. 480-488.

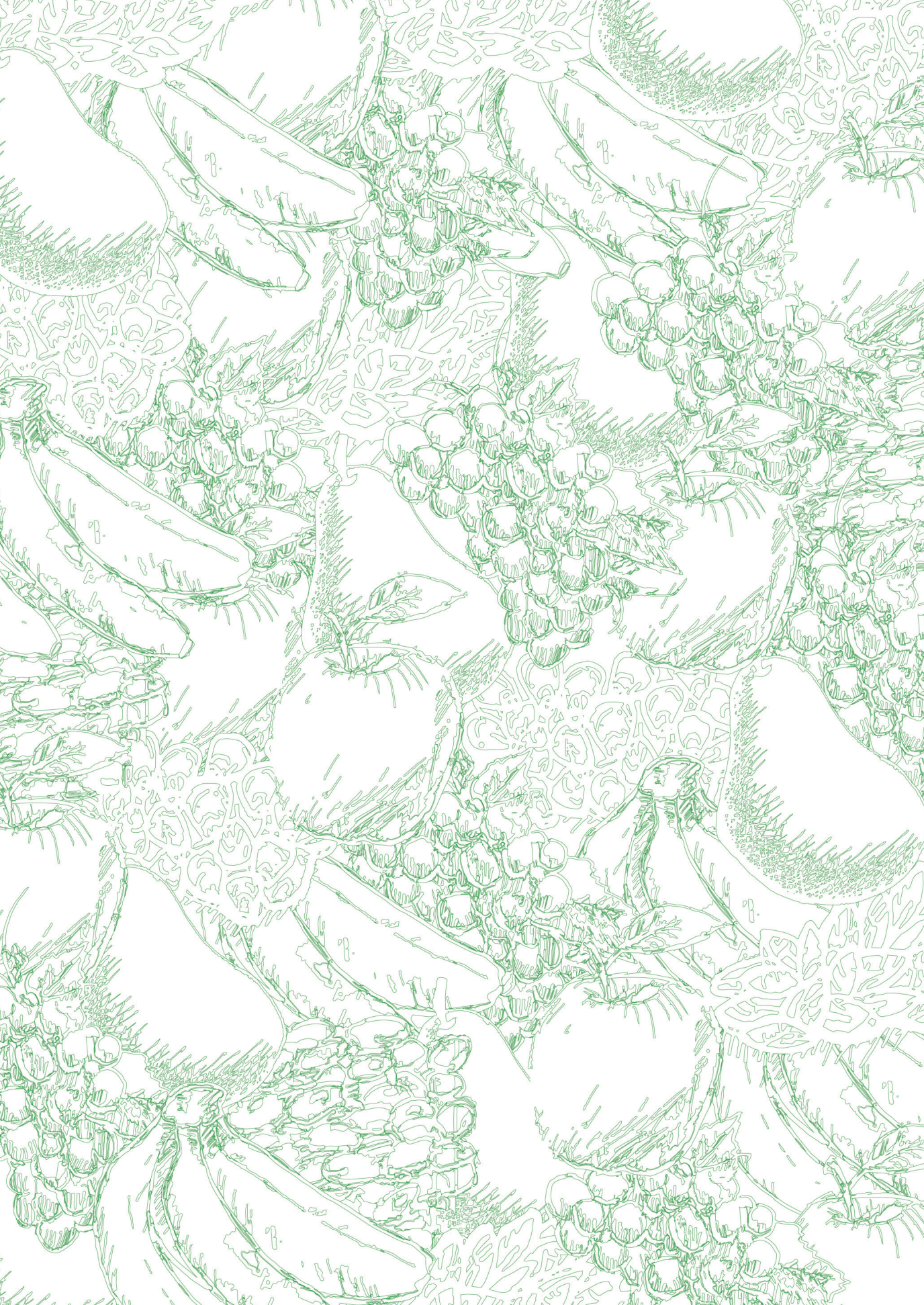
PÉREZ, M. L. et al. **Diversity of endophytic fungal and bacterial communities in Ilex paraguariensis grown under field conditions**. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 2016. v. 32, n. 4, p. 61.

PLACINTA C. M., D'MELLO J. P. F., MACDONALD A. M. C. **A review of worldwide contamination of cereal grains and animal feed with Fusarium micotoxins**. Animal Feed Science and Technology, 1999. v.78, p.21-37.

SERRA, I. M. R. S., SILVA, G. S. **Caracterização Morfofisiológica de Isolados de *Colletotrichum gloeosporioides* Agentes de Antracnose em Frutíferas no Maranhão**. Summa Phytopathologica, Botucatu, 2004. v. 30, n. 4, p. 475-480.

SOUZA, A. Q. L., SOUZA, A. D. L., FILHO, A. S., PINHEIRO, M. L. B., ARQUIS, M. I. M., PEREIRA, J. O. **Atividade antimicrobiana de fungos endofíticos isolados de plantas tóxicas da Amazônia: *Palicourea longiflora* (aubl.) *ric*h e *Strychnos cogens bentham.*** Acta Amazonica, 2001. n. 34, v. 2, p. 2.

SANTOS, T. T., VARAVALLO, M. A. **Aplicação de microrganismos endofíticos na agricultura e na produção de substâncias de interesse econômico**. Semina: Ciências Biológicas e da Saúde, Londrina, 2011.v. 32, n. 2, p. 199-212.



Importância da quantificação de danos e perdas causados por fitonematoides em plantas cultivadas

Autores

Fernando Domingo Zinger

Fábio Ramos Alves

Willian Bucker Moraes

Maiza Silva de Figueiredo

Waldir Cintra de Jesus Júnior

Lilian Katiany Castello Rabello Zinger

Angelo de Oliveira Gonçalves

Lilian Lagen Rodrigues

Resumo: Muitos trabalhos com intuito de quantificar os danos em plantas causados por doenças foliares já foram realizados, mas poucos são aqueles referentes aos patógenos radiculares, entre eles os fitonematoides. Por isso, para se avaliar danos é necessário que se faça um estudo criterioso para dimensionar o quanto os nematoides reduzem a produção agrícola. Neste capítulo, será apresentado alguns trabalhos já realizados, demonstrando a importância desses estudos, bem como os valores de danos e perdas ocasionados pelo parasitismo de nematoides em diferentes culturas, e um estudo de caso com a cultura da alface que se mostrou um excelente caso para demonstrar esses danos e perdas.

Introdução

Os termos danos e perdas, em fitopatologia, são muitas vezes empregados de forma errada, o que leva muitos leitores a interpretá-los de forma equivocada. Por isso, é de fundamental importância que se comece essa revisão esclarecendo que o termo dano é utilizado para indicar qualquer redução na quantidade e/ou qualidade de produção (ZADOKS, 1985) e perdas são definidas como a redução em retorno financeiro, por unidade de área, devido à ação de organismos nocivos (BERGAMIN FILHO; AMORIM, 1996).

Por isso, para se avaliar danos é necessário que se faça um estudo criterioso para dimensionar o quanto os nematoides reduzem a produção. Já os estudos sobre perdas são raros. Muitas vezes o que se faz é afirmar que os nematoides causam perdas, porém não se faz uma análise cuidadosa de todas as despesas durante o ciclo produtivo de determinada cultura e não se confronta essas despesas de produção com o ganho real, para que, dessa forma, possa se estimar o quanto o nematoide acarretou de prejuízo ao produtor (RABELLO, 2010; ZINGER, 2015).

Para que esses conceitos fiquem claros ao leitor, ao final dessa revisão será apresentado um estudo de caso sobre os danos e perdas que *M. javanica* causou à cultura da alface no Estado do Espírito Santo. Os danos que os fitonematoides causam podem ser explicados pela espoliação de nutrientes às plantas ao serem parasitadas por esses patógenos, alteração na absorção e translocação de água e nutrientes, modificação ou destruição de tecidos radiculares ou ainda a diminuição do crescimento das raízes (HUSSEY; WILLIAMSON, 1997). Esses eventos resultam em várias respostas nas plantas parasitadas, muitas das quais de caráter fisiológico, resultando, via de regra, em amarelecimento e redução do porte das plantas e, consequentemente, na redução da produtividade ((BIRD, 1974, VIAENE & ABAWI, 1998; WIDMER et al. 1999; CHEN et al., 1999; CASTILLO et al., 2006; SANTOS et al., 2006).

A tabela 1 ilustra bem o equívoco de interpretação dos conceitos de danos e perdas, pois nela são apresentadas as reduções de produção (danos) e as perdas em milhões de dólares que os fitonematoides causam em diversas culturas em todo o mundo, porém, não há evidências de que os dados de danos-perdas tenham sido gerados a partir de trabalhos feitos com o rigor científico que a ciência exige.

Tabela 1 - Resumo da estimativa dos danos e perdas anuais em diversas culturas devido a ação de fitonematoides em nível mundial.

Culturas	Redução de produção (%)	Produção atual (1.000 t)	Preço (US$/t)	Redução de produção (1.000 t)	Perda (US$ milhões)
Banana	21,3	99.996,5	937,6	27.063,86	25.375,07
Cevada	6,1	134.000,0	194,7	8.705,01	1.694,86
Mandioca	10,0	250.000,0	509,2	27.777,78	5.408,33
Grão de bico	13,7	10.918,0	720,0	1.733,22	1.247,92
Coco	20,7	62.451,0	1.500,0	16.301,84	24.452,76
Feijão comum	12,5	12.000,0	210,0	1.714,29	360,0
Amendoim	14,2	37.643,0	2.800,0	6.229,96	17.443,89
Milho	7,9	844.405,0	234,9	72.429,96	17.013,8
Milheto	12,0	36.000,0	490,0	4.909,09	2.405,46
Aveia	13,5	21.300,0	255,3	3.324,28	848,69
Feijão guandu	13,2	3.680,0	278,0	559,63	155,58
Batata	15,1	330.047,0	220,0	58.700,94	12.914,21
Arroz	12,8	672.015,0	503,8	98.644,40	49.697,05
Centeio	3,5	12.328,0	303,0	447,13	135,48
Sorgo	7,8	65.000,0	220,6	5.498,92	1.213,06
Soja	13,1	269.000,0	429,4	40.551,21	17.412,69
Beterraba	11,8	228.452,0	67,8	33.534,24	2.273,62
Cana-de-açúcar	24,9	1685.444,0	35,4	558.822,31	19.782,31
Batata doce	10,2	106.569,0	80,0	12.104,72	968,38
Trigo	7,0	650.881,0	305,5	48.991,04	14.966,76
Berinjela	18,1	43.174,0	3.190,0	9.541,51	30.437,41
Cacau	10,5	3.986,0	2.483,6	467,63	1.161,41
Citrus	14,2	11.763,0	290,0	1.946,79	564,57
Café	15,0	8.359,4	3.400,0	1.475,19	5.015,64
Algodão	11,1	27.400,0	2.380,0	3.421,15	8.142,33
Feijão-caupi	15,1	42.000,0	1.000,0	7.469,97	7.469,97
Pepino	18,5	417.000,0	733,0	94.656,44	69.383,17
Forrageiras	9,1	-	-	-	-
Uva	14,8	67.322,2	508,0	11.694,47	5.940,79
Goiaba	11,9	-	-	-	-
Melão	15,7	25.000,0	310,0	4.655,99	1.443,36
Quiabo	21,3	7.896,2	5.610,0	2.137,09	11.989,08
Ornamentais	11,1	-	-	-	-
Mamão	15,1	11.223,2	287,6	1.996,08	574,07
Pimenta	12,5	320,0	7.700,0	45,71	352,00

continua...

Abacaxi	14,9	19.412,9	1.140,0	3.398,97	3.874,82
Chá	8,2	4.700,0	8.140,0	419,83	3.417,38
Fumo	11,8	7.113,0	2.820,0	951,63	2.683,58
Tomate	22,4	150.513,8	2.230,0	43.447,28	96.887,44
Inhame	17,7	48.701,0	690,4	10.473,97	7.227,04
Total (US$					**358.243,72**

*Dados baseadas nos números e preços obtidos na produção 2010-2013 e além de informações de 27 nematologistas de todo o mundo em 2013.
Fonte: (atualizado* adaptado de SASSER e FRECKMAN, 1987).

Muitos trabalhos têm sido feitos com o intuito de quantificar os danos em plantas causados por doenças foliares, mas poucos são aqueles referentes aos patógenos radiculares, entre eles os fitonematoides (RABELLO, 2010; ZINGER, 2015). Em muitos desses trabalhos os autores até mencionam que esses patógenos causam perdas, todavia, não são feitas quantificações sistemáticas dessas perdas. Essas informações de quantificação de perdas são de extrema importância, pois dão ao produtor a noção exata de seu rendimento, que se resume no seu objetivo final com a atividade agrícola, e dá também a noção de quando o produtor deve parar com a exploração agrícola naquela área, uma vez que a mesma se torna inviável à exploração agrícola devido à ação dos nematoides.

De acordo com Michereff (2004), deve-se determinar o impacto dos fitopatógenos sobre as culturas parasitadas. Muitas vezes, pesquisadores relatam que as reduções na produção de determinadas culturas variam de 50 a 80%, por exemplo, porém, esse tipo de informação, na maioria das vezes, é oriundo de observações de campo, sem, entretanto, ter sido gerada por trabalho científico específico.

Para se evitar os danos e perdas causados pelos fitonematoides é necessário que se lance mão do manejo integrado de fitonematoides (MIN). Ferraz e Brown (2016) indicam várias medidas de manejo, entretanto, é de fundamental importância o conhecimento do momento adequado para implementá-las. O ideal é manipular a população do nematoide para mantê-la abaixo do limiar de dano econômico (LDE), definido como a intensidade de doença na qual o benefício do controle iguala-se ao seu custo (CAMPOS, 1999; BERNARD et al., 2017). Entretanto, para que essa definição seja operacional e que o MIN seja viável, é necessário quantificar os danos e as perdas causados pelos nematoides.

Para se realizar trabalhos sobre os níveis de danos que os fitonematoides causam às plantas hospedeiras, deve-se levar em consideração alguns fatores, tais como a espécie/raça e o nível populacional do nematoide, idade e níveis de resistência/

suscetibilidade da planta hospedeira, as características físicas, químicas e biológicas do solo, interação entre fitonematoides e outros microrganismos e as condições climáticas (SLEETH; REYNOLDS, 1955; FAWOLE; MAI, 1979; GRIFFIN, 1981; BARKER, 1982; NORTON, 1983; BARKER et al., 1985; ALVES; CAMPOS, 2000; ASMUS, 2001).

Em 1970, J. W. Seinhorst consolidou os princípios existentes sobre dinâmica de populações de nematoides ao publicar a revisão '*Dynamic of Populations of Plant Parasitic Nematodes*' (dinâmica de populações de nematoides parasitos de plantas) (SEINHORST, 1970). Alguns anos mais tarde, Barker e Olthof (1976) publicaram '*Relationships between nematode populations densities and crop responses*' (Relações entre densidades populacionais de nematoides e respostas de culturas), propondo subsídios básicos ao MIN. Barker tornou-se um dos pioneiros ao liderar na Carolina do Norte, EUA, um programa estadual dirigido aos agricultores, principalmente aos fumicultores, para manejar nematoides, fundamentado em índices populacionais desses patógenos no solo, antes do plantio, consolidando o conceito prático de LDE para Nematologia. Esse programa denominado 'Advisory Program for Farmers' reduziu drasticamente o uso dos nematicidas (BARKER; NUSBAUM, 1971; IMBRIANI, 1985).

É importante destacar também que pesquisas devem ser direcionadas no sentido de determinar os danos causados por diferentes densidades populacionais de nematoides em plantas hospedeiras sob diferentes condições experimentais. No entanto, para que tenham aplicação prática, esses métodos devem ser fundamentados em alguns critérios, como a escolha de um modelo que, ao correlacionar a intensidade da doença ou da população patogênica com os danos causados à cultura, possibilite a previsão das perdas. No entanto, nem sempre consegue-se expressar a realidade verificada em condições de campo a partir das previsões, o que tem causado preocupação aos epidemiologistas e nematologistas e anseio por respostas (ASMUS, 2001).

De acordo com Jesus Junior et al. (2004), estimativas confiáveis dos danos causados pelos patógenos são um pré-requisito para o desenvolvimento de qualquer programa bem-sucedido de manejo de doenças, independentemente do método a ser empregado. Embora seja unânime na comunidade científica a ideia de que a quantificação dos danos causados por nematoides às plantas seja fundamental para a tomada de decisão de manejo, poucos são os trabalhos feitos em nematologia com esse intuito (LOVEYS; BIRD, 1973; POTTER; OLTHOF, 1974; WALLACE, 1974; BARKER et al., 1976; BHUDANANANDA; PRASAD, 1989; BALOGUN; BABATOLA, 1990; SCHANS; ARTZEN, 1991; MELAKEBERHAN, 1999; ASMUS, 2001, MACHADO et al., 2006).

Estudo de caso de danos e perdas causados por *Meloidogyne javanica* em alface.

Rabello (2010), *Apud* Jesus Junior (2014), quantificou os danos e a perda causados à cultura da alface (*Lactuca sativa* L.) cv. Vitória de Santo Antão, associando-se os níveis populacionais de *Meloidogyne javanica* às características de crescimento das plantas cultivadas no campo em área naturalmente infestada por esse patógeno, no município de Lúna, Estado do Espírito Santo.

A área experimental constou de quatro canteiros de 10,0m x 1,60m, cultivados com 160 plantas de alface cada, totalizando 640 plantas. Os danos e as perdas foram quantificados em quatro avaliações (Av1, Av2, Av3 e Av4, sendo cada avaliação correspondente a um plantio) realizadas nos meses de julho, setembro e novembro de 2009, respectivamente, e janeiro de 2010. Os quatro plantios foram feitos de forma consecutiva. Em cada avaliação foi retirada uma amostra de 100 plantas, de um total de 640 plantas, com níveis diferentes de infestação pelos nematoides (0 a nível máximo). Foram avaliadas as massas frescas e seca das folhas (PMF e PMS, respectivamente), número de galhas (NG) e população final dos nematoides (PF).

Foi constatado que o aumento da população de M. javanica acarretou redução no PMF e PMS em todas as avaliações. Quando se comparou: a) PMF entre Av1 e Av3; Av1 e Av4; Av2 e Av3; Av2 e AV4; b) PF entre Av1 e Av3; Av1 e Av4; Av2 e Av3; Av2 e Av4; c) NG entre Av1 e Av3; Av1 e Av4; Av2 e Av3; Av2 e Av4; foi observada diferença significativa entre as médias. Na Av1 e Av2 100% das plantas eram comercializáveis, não havendo perda financeira para o agricultor. Na Av3 e Av4, 7% e 65%, respectivamente, das plantas não eram comercializáveis. O quarto ciclo de cultivo (Av4) se mostrou completamente inviável, uma vez que o produtor teve prejuízo de R$ 12,37; R$ 38,67 e R$ 2.474,00 para o cultivo de 640, 2.000 e 128.000 plantas, respectivamente. O limiar de dano econômico no Av4 foi de 10.151 nematoides/planta ou 109 galhas/planta.

Essas informações são de extrema importância, pois dão ao produtor a noção exata de seu rendimento, que se resume no seu objetivo final com a atividade agrícola, e dá também a noção de quando o produtor deve parar com a atividade naquela área, uma vez que a mesma se torna inviável à exploração agrícola devido à ação dos nematoides.

Considerações

É de suma importância para a agricultura brasileira, e em especial a catarinense, o avanço dos estudos nematológicos de quantificação de danos e perdas nas diversas culturas. Assim como a qualificação dos profissionais quanto ao diagnóstico correto das meloidoginoses e informações aos agricultores sobre esse problema, muitas vezes negligenciado ou desconhecido por eles. Com isso, recomenda-se a adoção de ferramentas e estratégias de manejo sustentáveis que garantem a produção de alimentos seguros e sustentáveis a população.

Referências

ALVES, F.R.; CAMPOS, V.P. Efeito do aquecimento do solo na resistência de plantas a Meloidogyne incognita raça 3 e *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, v. 25, n. 2, p.153-162, 2000.

ASMUS, G.L. Danos causados à cultura da soja por nematóides do gênero *Meloidogyne*. In: Ferraz, L.C.C.B.; Asmus, G.L.; Carneiro, R.G.; Mazaffera, P.; Silva, J.F.V. **Relações parasito-hospedeiro nas meloidoginoses da soja**. Embrapa soja, Londrina, Pr. 127p. 2001.

BALOGUN, O.S.; BABATOLA, J.O. Pathogenicity of *Meloidogne incognita* on *Corchorus olitorius*. **Nematologia Mediterranea**. v. 18, p. 23-25, 1990.

BARKER, K.R. & OLTHOF, T.H.A. Relationships between nematode population densities and crop responses. Annual Review of Phytopathology v.4, p.327-353, 1976.

BARKER, K.R. & NUSBAUM, C.J. Diagnostic and advisory programs. In: Zuckerman. B.M., Mai, W.F. & Rohde, R.A. (Eds.). Plant Parasitic Nematodes. Vol. I. **Morphology, Anatomy, Taxonomy and Ecology**. New York. Academic Press. 1971. pp. 281-301

BARKER, K. R. Influence of soil moisture, cultivar, and population density of *Meloidogyne incognita* on soybean yield in microplots. **Journal of Nematology**. v.14, p.429 (abstr.). 1982.

BARKER, K.R.; SCHMITT, D.P.; IMBRIANI, J.L. Nematode population dynamics with emphasis on determining damage potential to crops. In: Sasser, J.N.; Carter, C.C. **An Advanced Treatise on *Meloidogyne*, Biology and Control**. V.I. p.135-148. 1985.

BARKER, K.R.; SHOEMAKER, P.B.; NELSON, L.A. Relationships of initial densities of *Meloidogyne incognita* and *M. hapla* to yield of tomato. **Journal of Nematology**. v.8, p.232-239, 1976.

BERGAMIN FILHO A.; AMORIM L. **Doenças de plantas tropicais: Epidemiologia e controle econômico**. Ceres. São Paulo. 1996.

BERNARD, G.C.; EGNIN, M.; BONSI, C. The Impact of Plant-Parasitic **Nematodes on Agriculture and Methods of Control** in: SHAH, M.M.; MAHAMOOD, M. Nematology concepts, diagnosis and control, in: p.121-151. 2017.

BHUBANANANDA, S.; PRASAD, J. Photosynthetic rate in rice as influenced by the root-knot nematode, *Meloidogyne graminicola*, infection. **Revue de Nematologie**. v.12, n.4, p.431-432, 1989.

CAMPOS, V.P. Manejo de doenças causadas por fitonematóides. **Curso de pós-graduação à distância: Manejo de doenças de plantas**. UFLA. 120 p. 1999.

CHEN J.; ABAWI G. S.; ZUCKERMAN B. M. Suppression of *Meloidogyne hapla* and Its damage to lettuce grown in a mineral soil amended with chitin and biocontrol organisms. **Supplement to the Journal of Nematology**. v.31, n.4S, p.719-725, 1999.

FAWOLE, B.; MAI, W.F. Influence of plant age, light intensity, nematode inoculum level, and their interactions on tomato growth and reproduction of *Meloiodgyne hapla*. **Journal of Nematology**. v.11, p.199-201, 1979.

FERRAZ, L.C.C.B.; BROWN, D.J.F. 2016. **Nematologia de Plantas, Fundamentos e importância**. Manaus, Ed. Norma, 251p.

GRIFFIN, G.D. The relationship of plant age, soil temperature, and population density of *Heterodera schachtii* on the growth of sugarbeet. **Journal of Nematology**. v.13, p.184-190, 1981.

HUSSEY, R. S.; WILLIAMSON, V. M. Physiological and molecular aspects of nematode parasitism. In: Plant and Nematode Interactions. K. R. Barker, G. A. Pederson, and G. L. Windham, eds. **American Society of Agronomy**. Madison, WI. p. 87-108. 1997.

IMBRIANI, J.L. The pratical application of a nematode advisory service. In: Sasser, J.N. & Carter, C.C. (Eds.) **An Advanced Treatise on Meloidogyne**. Vol. I. Biology and Control. Raleigh. NCSU Graphics. 1985. pp. 309-323.

JESUS JUNIOR, W.C. DE; BERGAMIM FILHO, A.; VALE, F.X.R. DO; AMORINM, L. Tomada de decisão no manejo de doenças de plantas. In: In: VALE, F.X.R. DO; JESUS JÚNIOR, W.C. DE; ZAMBOLIM, L. **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas**. Perfil Editora, 531p. 2004.

JESUS JUNIOR, W.C. DE; ALVES, F.R.; ZAMBOLIM, L. Quantificação de danos e perdas: estudo de caso. In: ZAMBOLIM, L.; JESUS JÚNIOR, W.C.DE; RODRIGUES, F.A. **O essencial da fitopatologia. Epidemiologia de doenças de plantas**. Suprema Gráfica e Editora, 471p. 2014.

LOVEYS, B.R.; BIRD, A. The influence of nematodes on photosynthesis in tomato plants. **Physiological Plant Pathology**. v.3, p.525-529, 1973.

MACHADO, A. C. Z.; BELUTI, D. B.; SILVA, R. A.; SERRANO, M. A. S.; INOMOTO, M.M. Avaliação de Danos Causados por *Pratylenchus brachyurus* em Algodoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, n. 1, 2006.

MELAKEBERHAN, H. Effects of nutrient source on the physiological mechanisms of *Heterodera glycines* and soybean genotypes interactions. **Journal of Nematology**. v.1, n.2, p.113-120, 1999.

MICHEREFF, S. Quantificação de danos causados por fitopatógenos habitantes do solo. In: Vale, F.X.R. do. I Workshop de epidemiologia de doenças de plantas – **Quantificação de perdas no manejo de doenças de plantas**. Viçosa, MG, 27-28 de setembro. p. 95-105. 2004.

NORTON, D.C. Maize nematode problems. **Plant Disease**, v.67, p. 253-256, 1983.

POTTER, J. W.; OLTHOF, T. H. A. Yield losses in fall-maturing vegetables relative to population densities of *Pratylenchus penetrans* and **Meloidogyne hapla**. **Phytopathology**. v.64, p.1072-1075, 1974.

RABELLO, L.K.C. QUANTIFICAÇÃO DE DANOS E PERDAS CAUSADOS POR *Meloidogyne javanica* EM ALFACE (*Lactuca sativa* L.). **Dissertação de mestrado** em produção vegetal, UFES, 51p. 2010.

SANTOS H. S.; SCAPIM C. A.; MACIEL S. L.; VIDA J. B.; SCHWAN-ESTRADA K. R. DE F.; BRANDÃO FILHO J. U. T. Patogenicidade de *Meloidogyne javanica* em alface em função do tamanho de células de bandeja e idade de transplante das mudas. **Acta Sci. Agron**. Maringá, v. 28, n. 2, p. 253-259. 2006.

SASSER JN; FRECKMAN DW. 1987. A world perspective on nematology: the role of the society. In: VEECH JA; DISCKSON DW.(eds). *Nematology*. Hyattsville: Society of Nematologist, p. 7-14.

SCHANS, J.; ARNTZEN, F.K. Photosynthesis, transpiration and plant growth characters of different potato cultivars at various densities of *Globodera pallida*. **Netherland Journal of Plant Pathology**, v.97, p.297-310, 1991.

SEINHORST, J. W. Dynamics of population of plant parasitic nematodes. **Ann. Rev. Phytopathology** 8:131-156.1970.

SLEETH, B.; REYNOLDS, H.W. Root-knot nematode infestation as influenced by soil texture. **Soil Science**. v.80, p.459-461, 1955.

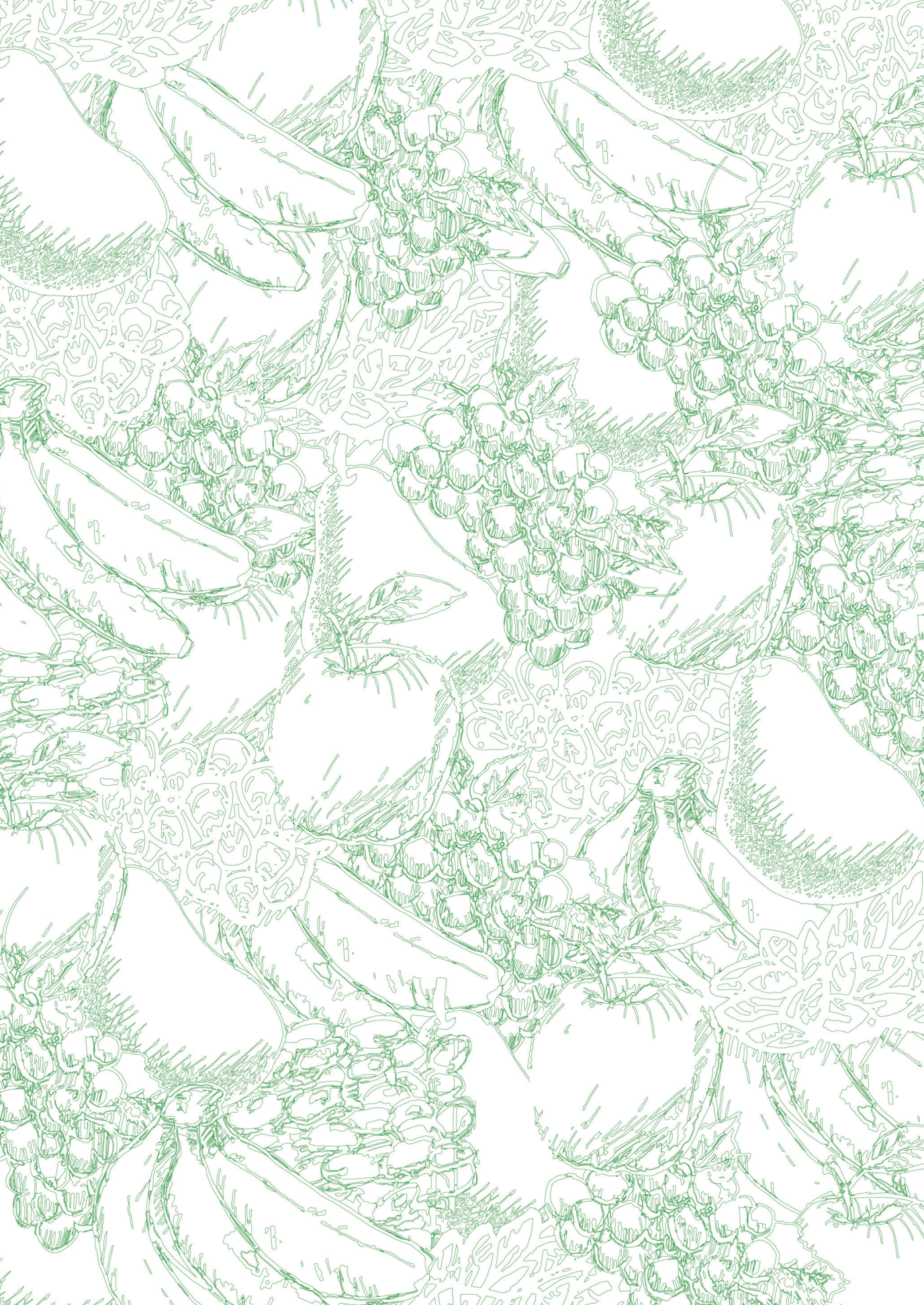
VIAENE, N. M., ABAWI, G. S. Management of *Meloidogyne hapla* on lettuce in organic soil with sudangrass as a cover crop. **Plant Disease**. v.82, p. 945-952, 1998.

WALLACE, H.R. The influence of root knot nematode, *Meloidoygne javanica*, on photosynthesis and on nutrient demand by roots of tomato plants. **Nematologica**, v.20, p.27-33, 1974.

WIDMER, T.L., LUDWIG, J.W., ABAWI, G.S. The northern root-knot nematode on carrot, lettuce, and onion in New York. **New York's food and life sciences bulletin**. New York. N156. 1999.

ZADOCKS, J.C. On the conceptual basis of crop loss assessment: the threshold theory. **Annual Review of Phytopathology**, v.23, p.455-473, 1985.

ZINGER, F.D. **Manejo e Produtividade de Café Conilon (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner) PARASITADO POR *Meloidogyne incognita* RAÇA 1**. Tese de doutorado, Universidade Federal do Espírito Santo. 2015, 59p.



Conservação da biodiversidade: caracterização da variabilidade genética para uso e preservação

Autores

Deivid Luis Vieira Stefen

Francielle Regina Nunes

Giselle Regina Rodolfo

Cileide Maria Medeiros Coelho

Resumo: O Brasil detém de 15 a 20% da biodiversidade mundial, mas essa diversidade biológica está ameaçada. Estima-se que a diversidade biológica das espécies tenha reduzido intensamente ao longo do último século em todo o mundo, onde aproximadamente 75% da diversidade genética de culturas agrícolas foi perdida. A manutenção da diversidade genética das espécies é considerada uma estratégica para uma agricultura sustentável. Para isso é importante conhecer as características agronômicas, como adaptabilidade ao ambiente, qualidade nutricional e fisiológica das sementes e a produtividade das variedades locais, tradicionais ou crioulas. O conhecimento da variabilidade genética presente nas sementes das plantas cultivadas, é importante para o estímulo da conservação pelo uso das sementes. O uso de genótipos crioulos, amplia a possibilidade de manejo e a conservação da agrobiodiversidade. No caso do feijão e o arroz, diversos trabalhos têm demonstrado diversidade quanto ao ciclo, hábito de crescimento, qualidade tecnológica dos grãos e fisiológica e sanitária das sementes, bem como de produtividade e adaptabilidade a diferentes locais de produção em Santa Catarina, o que será brevemente apresentado nesse capítulo.

Introdução

O Brasil detém de 15 a 20% da biodiversidade mundial (ONU, 2019), mas essa diversidade biológica está ameaçada. A forma como a agricultura vem sendo praticada ocasionou a substituição de variedades adaptadas aos sistemas tradicionais de cultivo por variedades que atendem às necessidades da agricultura intensiva. Isso contribuiu para o desaparecimento ou perda da variabilidade genética de espécies que coevoluíram com o meio ambiente e com a diversidade cultural dos povos durante centenas de anos (BUENO et al., 2019). Estima-se que a diversidade biológica das espécies tenha reduzido intensamente ao longo do último século em todo o mundo (FAO, 2019). Segundo Hamid (2013) aproximadamente 75% da diversidade genética de culturas agrícolas foi perdida no último século.

O estímulo a sistemas produtivos que valorizem a sociobiodiversidade favorecem a manutenção da diversidade biológica. Os sistemas agrícolas convencionais valorizam o conhecimento e a cultura das populações tradicionais e estão associados à valorização de alimentos regionais, parte de sua cultura. A produção de alimentos saudáveis e de forma sustentável, para uma população mundial cada vez maior, é um dos atuais desafios globais. As projeções indicam que em 2050 a população brasileira será de 253 milhões de habitantes e a população mundial de 9,7 bilhões de pessoas (MIRANDA et al., 2016). A manutenção da diversidade genética das espécies é considerada uma estratégia para uma agricultura que busca sustentabilidade (GLIESSMAN, 2000; PENTEADO, 2010). Para isso é importante conhecer as características agronômicas, como adaptabilidade ao ambiente, qualidade nutricional e fisiológica das sementes e a produtividade das variedades locais, tradicionais ou crioulas.

Para a manutenção da biodiversidade e produção de alimentos de forma sustentável o cultivo de materiais crioulos oferece uma maior autonomia socioeconômica e alimentar quando utilizado por pequenos agricultores (KAUFMANN et al., 2018). A semente não pode ser considerada um insumo na agricultura, e sim um investimento, pois é o único bem vivo que garante o estabelecimento inicial da lavoura, sendo sua qualidade um fator primordial para definir o potencial produtivo (NETO et al., 2018).

Na prática social construída pelos agricultores, as cultivares tradicionais, nativas ou locais podem ser conservadas através de suas sementes, que são denominadas “crioulas”. Variedades crioulas é o termo usado para designar a população de uma determinada espécie que se desenvolveu por várias gerações, selecionada pelos agricultores, em uma localidade ao ponto de apresentar boa

adaptação às condições locais (PEREIRA, 2020).

O conhecimento da variabilidade genética presente nas sementes das plantas cultivadas, é importante para o estímulo da conservação pelo uso das sementes. O uso de genótipos crioulos, amplia a possibilidade de manejo e a conservação da agrobiodiversidade.

A grande diversidade de resposta do genótipo a diferentes condições de manejo e de ambientes favorece o interesse por tais genótipos. Além das características agronômicas, como produtividade e resistência a doenças e pragas, outras exigências definem a aceitação da cultivar, entre elas a qualidade da semente produzida e a qualidade nutricional dos grãos. No caso do feijão e o arroz, diversos trabalhos têm demonstrado diversidade quanto ao ciclo, hábito de crescimento, qualidade tecnológica dos grãos e fisiológica e sanitária das sementes, bem como de produtividade e adaptabilidade a diferentes locais de produção em Santa Catarina, o que será brevemente apresentado nesse capítulo.

Feijão

Dos cultivos agrícolas, pode-se destacar que o feijão com grande importância para a segurança alimentar da população brasileira (DALLEMOLE et al., 2016). O cultivo de feijão no estado de Santa Catarina é predominantemente realizado em pequenas propriedades de agricultura familiar, com o uso de sementes de anos anteriores, que podem ser caracterizadas como crioulas, de ampla base genética (COELHO et al., 2010). Segundo a lei federal 10.711/2003 que trata do comércio e utilização de sementes no Brasil, é assegurado ao produtor rural reservar a cada safra agrícola uma parte de sua própria produção para uso como sementes destinadas à semeadura das próprias lavouras, na safra seguinte (BRASIL, 2003). Porém, para que este recurso seja mantido e selecionado adequadamente, o estudo das sementes é necessário, visando atender uma necessidade dos produtores, pois os mesmos têm dificuldades em atestar a qualidade das sementes, pois a seleção baseia-se nas características externas e visíveis a olho-nú.

A qualidade das sementes é definida como o somatório dos atributos genéticos, físicos, sanitários e fisiológicos. Coelho et al. (2010) ao estudar o potencial fisiológico das sementes de 26 genótipos do banco ativo de germoplasma de feijão (BAF) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), encontraram variedades crioulas com percentuais de germinação acima de 96%, valor superior ao mínimo exigido pelos padrões para a comercialização de sementes de feijão

no Brasil, que é de 80 % (BRASIL, 2013). Além do alto potencial germinativo das sementes, as variedades crioulas também apresentaram ótimos percentuais de vigor, principalmente se comparadas às cultivares comerciais.

Avaliações realizadas com o intuito de simular as condições de campo, sob condições edafoclimáticas desfavoráveis, mostraram que em duas safras diferentes, os genótipos de feijão citados anteriormente destacaram nos resultados de vigor (PREZZI et al. 2013).

O feijão é uma das espécies de plantas sensíveis ao estresse hídrico (FRANCISCO et al. 2016). A tolerância das cultivares de feijão ao estresse é limitante em genótipos comerciais, mas pode ser maior naqueles com diversidade genética, como é o caso das cultivares crioulas. Buba et al. (2013) ao avaliar a qualidade fisiológica de sementes e o desempenho inicial plântulas de seis genótipos crioulos e três comerciais de feijão, submetidos ao estresse hídrico induzido por polietilenoglicol 6000 (PEG 6000), encontraram que três genótipos crioulos apresentaram vigor e índice de protrusão radicular equivalente e até mais tolerantes ao deficit hídrico que os genótipos comerciais.

A crescente busca por sistemas orgânicos de produção, uma vez que este se apresenta mais benéfico ao ambiente e à biodiversidade, em comparação ao uso do sistema convencional (CAPRONI et al., 2018; FERREIRA et al., 2019), demanda estudos que caracterizem as cultivares crioulas em sistemas de cultivo de base ecológica. Gindri et al. (2017) avaliaram a qualidade de sementes de 26 genótipos de feijão cultivados em sistemas orgânico e em sistema convencional, e não observaram diferenças na qualidade fisiológica das sementes produzidas entre os sistemas de produção.

Outro ponto importante a ser caracterizado no comportamento das variedades crioulas, é o seu potencial de armazenamento, visto que após a colheita as sementes continuam com o seu metabolismo ativo, e necessitam estar viáveis e vigorosas no momento da semeadura.

Dessa forma, o estudo dos mecanismos de envelhecimento das sementes e a determinação de indicadores de sua qualidade podem resultar em benefícios para preservação da biodiversidade genética (MIRA et al., 2011). Na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de feijão crioulo produzidas em sistema orgânico ou convencional e posteriormente armazenadas por um ano em condições controladas de temperatura e umidade relativa do ar, Pessenti et al. (2013) concluíram que independente do sistema de cultivo e do período de armazenamento das sementes não foram observadas diferenças na qualidade fisiológica.

A variabilidade genética também é importante para características de resistência ou tolerâncias a doenças. Uma das principais doenças da cultura do feijoeiro é a antracnose, causada pelo fungo *Colletotrichum lindemuthianum* (ASSUNÇÃO et al., 2020). Genótipos crioulos podem apresentarem-se mais resistentes a pragas e doenças (SILVA et al., 2009). Gindri et al. (2013), ao avaliarem genótipos crioulos de feijão, observaram que as sementes dos genótipos crioulos cultivados em sistema agroecológico apresentaram qualidade sanitária para *C. lindemuthianum* semelhante aos resultados do sistema de cultivo convencional. Dos 26 genótipos de feijão testados, 15 genótipos crioulos apresentaram as menores incidências do patógeno em dois anos de cultivo.

A caracterização morfo-agronômica das variedades crioulas também é importante para a manutenção da agrobiodiversidade. Uma característica morfológica importante para as plantas de feijoeiro é sua arquitetura. A arquitetura do feijoeiro pode ser um problema quando se considera a baixa altura de inserção da primeira vagem, pois esta característica inviabiliza a colheita com automotriz e pode provocar o apodrecimento das vagens que ficam rentes ao solo. Para mitigar esse efeito, Souza et al. (2009) estudaram a aplicação exógena de giberelina sobre a parte aérea de genótipos de feijão de variedade comercial e crioula. Estes autores verificaram um incremento de 9,5 cm por entrenó na variedade crioula e de 4,6 cm na variedade comercial, mostrando que a grande variabilidade presente nos genótipos crioulos possibilita melhor resposta ao manejo adotado.

Uma grande variabilidade morfológica, em cultivares crioulas de feijão, também é observado para o peso das sementes e o comprimento das vagens, acreditando-se ser um forte indicativo da diversidade genética e o caráter de maior relevância na separação dos acessos (COELHO et al., 2007; COELHO et al., 2010).

O feijão se constitui em importante alimento, pela sua composição nutricional, porque apresenta elevados teores de minerais, vitaminas, carboidratos e fibras (PEREIRA et al., 2013). O teor de proteínas nos grãos pode chegar até 29% em variedades comerciais e alguns estudos com variedades crioulas encontra-se valores próximos a 35% (SANTALLA et al., 2004). Os níveis dos nutrientes ferro, fósforo e proteína total também são mais elevados em genótipos crioulos em comparação a genótipos comerciais (PEREIRA et al., 2013).

A presença de compostos antinutricionais pode comprometer o aproveitamento dos nutrientes, a digestibilidade de proteínas e inibir a atividade de enzimas, particularmente o fitato, que é a principal forma de armazenamento de fósforo nos grãos de cereais e leguminosas (REDDY et al., 1989). Em trabalho realizado com genótipos crioulos, Pereira et al. (2011) observaram diferentes

respostas quanto ao nível do antinutriente nos grãos, no entanto, alguns genótipos aumentaram os teores de fósforo e reduziram o teor de fitato.

Apesar da importante composição nutritiva, o consumo de feijão tem diminuído, devido ao restrito tempo disponível para o preparo das refeições. Esta exigência de menor tempo de cocção é um fator decisivo na escolha das cultivares pelo agricultor, pois, ele busca atender às exigências dos consumidores. Alguns trabalhos buscam avaliar o tempo de cocção de grãos de feijão. Em genótipos crioulos, há grande variabilidade genética para teste de absorção de água pelo grão, no entanto, alguns genótipos são promissores para um menor tempo de cocção (BORDIN et al., 2011).

Arroz

O arroz é um dos cereais mais consumidos no mundo (ROSA et al. 2017) e uma das principais culturas do estado de Santa Catarina (COELHO et al. 2011), possuindo assim como o feijão, uma ampla diversidade genética.

No estado de Santa Catarina o cultivo do arroz de sequeiro foi substituído por outras culturas, devido ao baixo rendimento e rentabilidade, principalmente devido à falta de variedades adotadas para essas condições de cultivo. O resgate de variedades locais representa uma alternativa para retomada do cultivo pelos agricultores e estudos tem mostrado que variedades apresentam variabilidade que permite adaptação ao cultivo na região e com boa produtividade e qualidade.

A germinação e o vigor de sementes de 11 cultivares crioulas de arroz sequeiro do estado de Santa Catarina apresentaram variabilidade genética (COELHO et al., 2011). Três destas variedades crioulas apresentaram alta qualidade fisiológica associada ao alto vigor, mantendo-se após o estresse por envelhecimento acelerado.

Gmach et al. (2018) estudou 11 variedades locais de arroz sequeiro e verificou que o número de panícula por metro quadrado, é componente do rendimento que mais contribui na produtividade das variedades locais, sendo a produtividade encontrada em alguns materiais superiores a 2000 kg ha^{-1}. Resultado semelhante ao encontrado por Heberle et al. (2013). O mesmo autor verificou que existe diversidade genética entre as variedades para todas as variáveis morfológicas e de rendimentos estudadas e assim como observado nos genótipos de feijão, a massa de grãos é a variável que mais influência a divergência entre as variedades.

O arroz é uma excelente fonte de energia, devido à alta concentração de

amido, fornecendo também proteínas, vitaminas e minerais, e possui baixo teor de lipídios (WALTER et al., 2007). No entanto, a concentração dos nutrientes pode variar em função dos genótipos e dos sistemas de cultivo. Segundo Coelho et al. (2011) as sementes crioulas, produzidas em sistema agroecológico, podem proporcionar qualidade nutricional superior às sementes melhoradas de cultivos convencionais. Estes autores avaliando o rendimento e teor de nutrientes em sementes de genótipos crioulos de arroz de sequeiro sob sistema de cultivo agroecológico observaram que os teores de fósforo e proteína total foram superiores ao teor médio desses elementos encontrado no arroz integral, relatado na literatura.

Considerações

Soberania alimentar, é o direito dos povos de decidir seu próprio sistema produtivo alimentar, pautado em alimentos saudáveis e culturalmente adequados, produzidos de forma ecologicamente sustentável (LA VIA CAMPESINA, 2020).

A alimentação saudável e sustentável deve estar relacionada à produção de alimentos que protejam a biodiversidade e promovam o consumo variado, resgatando alimentos, preparações e hábitos culturais tradicionais (MARTINELLI; CAVALLI, 2019).

No cultivo de feijão e arroz, para o emprego de variedades locais é fundamental que se possa predizer a qualidade das sementes de determinado genótipo de feijão em função do local de produção e seu respectivo desempenho durante o armazenamento, visando o cultivo consecutivo, safra a safra. Neste contexto, o resgate das sementes crioulas pode ser uma alternativa viável para a agricultura realizada nas pequenas propriedades rurais, desde que a qualidade e o armazenamento destas sementes sejam avaliados.

A exposição dos resultados dos trabalhos de pesquisa, permite concluir que há ampla variabilidade genética referente às características morfo-agronômicas, fisiológicas e nutricionais encontradas nos genótipos crioulos de feijão e arroz, a qual, deve ser preservada. Estudos de caracterização são importantes para que a preservação possa ocorrer pelo uso das sementes e não apenas em bancos de germoplasma.

Referências

ASSUNÇÃO, A.T. dos; PRIA, M. D.; CHRISTMANN, P. E. T. P. SCHAFRANSKI, T. Controle de antracnose na cultura do feijão com produtos alternativos em casa de vegetação. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 3, p. 9971-9982, 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa 45/2013, de 17 de setembro de 2013, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Anexo XI - Padrões para produção e comercialização de sementes de feijão). **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 183, 20 set. 2013b, Seção 1, p. 6 – 27.

BRASIL. Lei nº 10711, de 05 de agosto de 2003. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudas e dá outras providências. **Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2003**. Seção 1, p. 1.

BUBA, G. P.; COELHO, C. M. M.; DELGADO, C. M. L. SOBIECKI, M. Diversidade genética em variedades crioulas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em estresse hídrico induzido por Polietilenoglicol 6000. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 8, 2013, Porto Alegre**. Cadernos de Agroecologia**, v. 8, n. 2, 2013.

CAPRONI, L.; RAGGI, L.; TISSI, C.; HOWLETT, S.; TORRICELLI, R.; NEGRI, V. Multi-environment evaluation and genetic characterisation of common bean breeding lines for organic farming systems. **Sustainability**, v. 10, n. 3, p. 1-17, 2018.

COELHO, C. M. M.; ZÍLIO, M.; PIAZZOLI, D.; FARIAS, F. L.; SOUZA, C. A.; BORTOLUZZI, R. L. C. Influência das características morfológicas e físicas dos grãos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) na sua capacidade de hidratação e cocção. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, 2007.

COELHO, C. M. M; MOTA, M. R.; SOUZA, C. A.; MIQUELLUTI, D. J. Potencial fisiológico em sementes de cultivares de feijão crioulo (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 3, p.97-105, 2010.

COELHO, C. M. M; POLLAK JR. M. SOUZA, C. A.; PARIZOTTO, C. Qualidade fisiológica de sementes de arroz crioulo produzidas em sistema agroecológico na safra 2010/2011. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 7, 2011, Fortaleza. **Cadernos de Agroecologia**, v. 6, n. 2, 2011.

DALLEMOLE, D.; MANSO, J. R. P.; MELO, A. M. de. Condicionantes da Dinâmica Produtiva de Feijão e Arroz no Brasil: um estudo com dados em painel. **Economia-Ensaios**, v. 30, n.2, p. 231 – 254, 2016.

FERREIRA, B.J. MOTA, E. da S.; GARCIA, S.F.A. Percepção dos consumidores brasileiros frente aos alimentos orgânicos: um estudo exploratório acerca dos atributos, benefícios e barreiras. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n.10, p. 19739-19769, 2019.

FRANCISCO, P. R. M.; BANDEIRA, M. M.; SANTOS, D.; PEREIRA, F. C.; GONÇALVES, J. L. G. Aptidão climática da cultura do feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) para o estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 19, n. 1, p. 366-378. 2016.

GINDRI, D. M. COELHO, C. M.M.; DELGADO, C. M. L.; SOUZA, C. A.; SAVI, A. Incidência de Colletotrichum lindemuthianum em sementes de genótipos de feijão cultivados no sistema agroecológico e convencional. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 8, 2013, Porto Alegre. **Cadernos de Agroecologia**, v. 8, n. 2, 2013.

GINDRI, D. M. COELHO, C. M.M.; SOUZA, C. A.; HEBERLE, I.; PREZZI, H. A. Seed quality of common bean accessions under organic and conventional farming systems. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 47, n. 2, p. 152-160, 2017.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: UFRGS, 2000.

GMACH, J. R.; COELHO, C. M.M.; STINGHEN, J. C.; COSTA, F. R.; SOUZA, C. A.; PARIZOTTO, C. Duração do Ciclo e Produtividade em Genótipos Locais de Arroz Sequeiro Produzidos em Cultivo Agroecológico. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 8, 2013, Porto Alegre. **Cadernos de Agroecologia**, v. 8, n. 2, 2013.

HEBERLE, I; COELHO, C.M.M; GMACH, J.R; PREZZI, H.A; MAFIOLETI, A.T.; STINGHEN, J.C; PARIZOTTO, C. Qualidade fisiológica de sementes de feijão crioulo produzidas em sistema orgânico ou convencional e armazenadas em condições controladas. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 8, 2013, Porto Alegre. **Cadernos de Agroecologia**, v. 8, n. 2, 2013.

KAUFMANN, M.P.; REINIGER, L.R.S.; WISNIEWSKY, J.G. A conservação integrada da agrobiodiversidade crioula. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.13, n.2, p. 36-43, 2018.

LA VIA CAMPESINA. **Key Documents (Food Sovereignty)**. Disponível em: https://viacampesina.org/en/what-are-we-fighting-for/food-sovereignty-and-trade/key-documents-food-sovereignty/. Acesso em: 30 jun. 2020.

MARTINELLI, S. S.; CAVALLI, S. B. Alimentação saudável e sustentável: uma revisão narrativa sobre desafios e perspectivas. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.24, n.11, p.4251-4262, 2019.

MIRANDA, G.M.D.; MENDES, A.C.G.; SILVA, A.L.A. O envelhecimento populacional brasileiro: desafios e consequências sociais atuais e futuras. **Rev. bras. geriatr. gerontol**. vol.19, n.3, 2016.

NETO, W. M.; GADOTTI, G. I.; VILLELA, F. A.; MARTINS, A. B. N.; CARVALHO, I. R.; CAVALCANTE. J. A. Critérios de escolha de sementes de milho pelos agricultores da região de Votuporanga – SP. **Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade**, v. 5, n. 2, p. 43- 50, 2018.

PENTEADO, S. R. Manual prático de agricultura orgânica – Fundamentos e Técnicas. Campinas. SP. Edição do autor, 2ª edição, 2010a, 232 p.

PESSENTI, I. L.; COELHO, C.M.M.; HEBERLE, I.; SOUZA, C.A. Qualidade fisiológica de sementes de feijão crioulo produzidas em sistema orgânico ou convencional e armazenadas em condições controladas. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 8, 2013, Porto Alegre. **Cadernos de Agroecologia**, v. 8, n. 2, 2013.

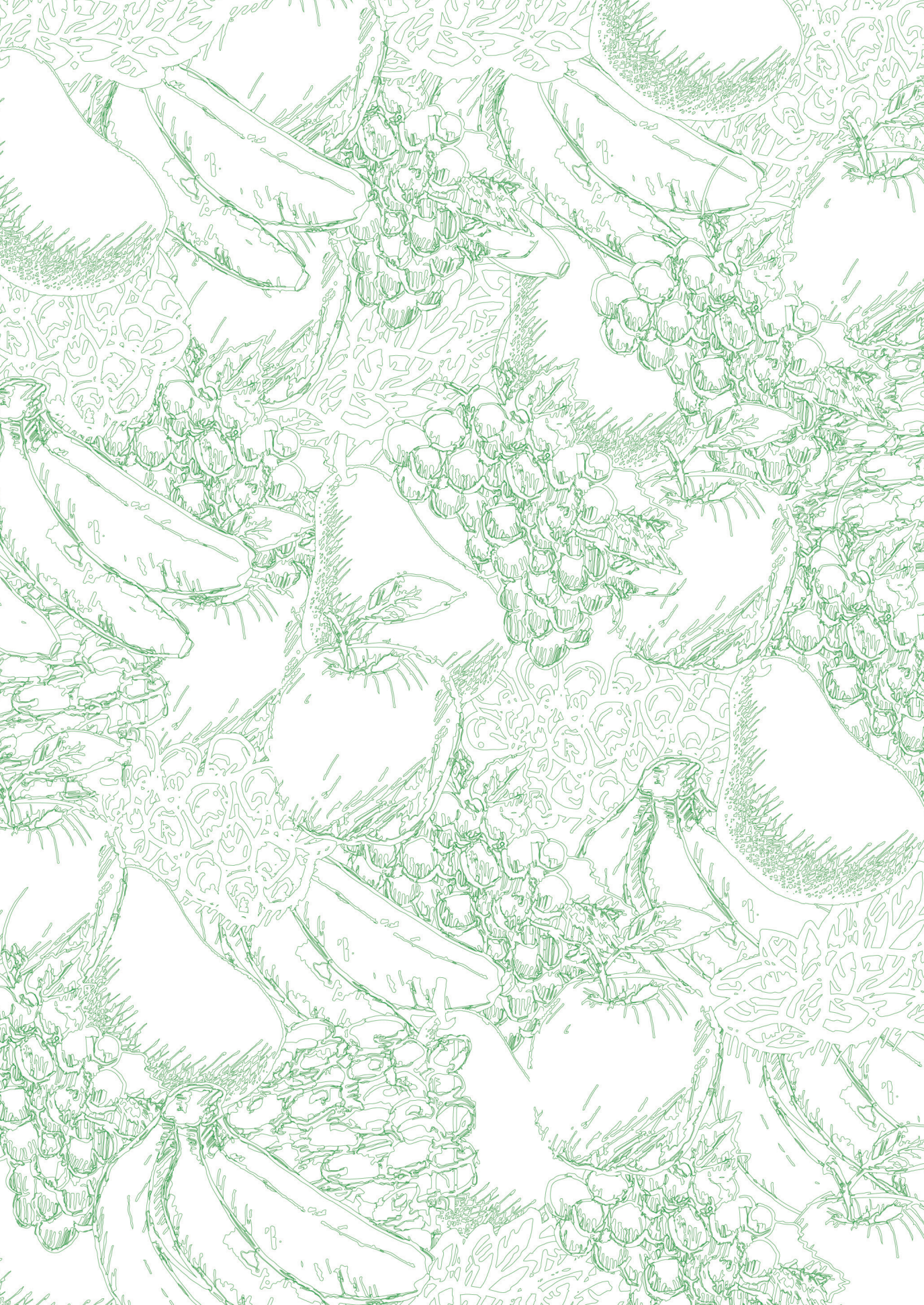
PREZZI, H. A.; COELHO, C.M.M.; HEBERLE, I.; PARIZOTTO, C.; SOUZA, C.A. Vigor de sementes e produtividade de cultivares crioulas de feijão produzidos em sistema agroecológico. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 8, 2013, Porto Alegre. **Cadernos de Agroecologia**, v. 8, n. 2, 2013.

ROSA, T. D'AVILA; HELGUEIRA, D. B.; ALMEIDA, A. da S.; SOARES, V. N.; MATTOS, F. P.; MEDEIROS, D. C. de. Vigor de sementes de arroz irrigado tratadas com dietholate isolado e em combinação em duas temperaturas. **Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 11, n. 2, p. 59 – 62, 2017.

SILVA, I. L.; KAUFMANN, M.; DULLIUS, P.; BERTOLDO, C.; SOMAVILLA, I.; FLEIG, V.; DALLA CHIEZA, E.; SIELOGH, A.; FRANKEN, D. B.; TONIN, J.; PRUNZEL, T da S.; VIEGAS, M. de T.; LOPES, A. P.; GONÇALVES, A. Q. SANTOS JÚNIOR, L. dos; HARTMANN, R. de B. Banco de sementes comunitário Chico Mendes: o resgate da biodiversidade em propriedades familiares vinculadas ao Projeto Esperança/Cooesperança. **Cadernos de Agroecologia**, v. 4, n. 2, 2009.

SOUZA, C.R. et al. Influência do ácido giberélico sobre a arquitetura de plantas de feijão no início de desenvolvimento. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.32, n.2, p.325-32, 2010.

WALTER, M.; MARCHEZAN, E.; AVILA, L.A. Arroz: composição e características nutricionais. Ciênc. Rural, v.38, n.4, p.1184-1192, 2008.



Considerações finais

Ofertamos este livro na forma de um registro comemorativo no AISV-2020, com o intuito de colaborar na conscientização, proposta pela ONU, sobre a importância da proteção da sanidade vegetal para nossa sociedade. Esta obra visa contribuir com o debate sobre a sanidade vegetal e sua relação com a produção sustentável de alimentos, com a biodiversidade, o meio ambiente e com a saúde de todos nós.

A publicação não tem a intenção de sozinha eliminar a fome, reduzir a pobreza, proteger o meio ambiente e estimular o desenvolvimento econômico no mundo, embora tenha sim a pretensão de plantar "sementes" nas mentes de nossos leitores. Sementes, que ao germinarem promovam a percepção da importância da sanidade vegetal para a humanidade e com isso, permitir que muitos adotem as condutas necessárias para a proteção da sanidade vegetal.

Esperamos ter contribuído na mensagem sobre a importância do cumprimento das normas fitossanitárias, uma vez que o trânsito de vegetais pode disseminar pragas das plantas e prejudicar seriamente as lavouras, a biodiversidade, e o acesso regular a alimentos nutritivos de alta qualidade, suficientes para uma vida ativa e saudável. Esperamos, ainda ter passado a mensagem de que a proteção da sanidade vegetal envolve organizações públicas e privadas, dos mais variados setores, além é claro da importância do produtor agrícola, sendo, portanto, uma responsabilidade de todos.

Almejamos que alguns dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, conforme definidos pela ONU, tenham sido estimulados pelo tempo dedicado na leitura deste livro, e que nosso trabalho tenha contribuído com a conscientização sobre a importância da sanidade vegetal e sua relação com a sustentabilidade.

Muitas outras sementes foram ou serão semeadas, pelas mais diversas organizações ao redor do globo, e merecem, também, nossa atenção.

Leia mais!

Nosso Muito obrigado!

Diego Medeiros Gindri

Patrícia Almeida Barroso Moreira

Mario Alvaro Aloisio Verissimo

للصحّة النباتي SANIDAD VEGETAL
SANTÉ DES VÉGÉTAUX ЗДОРОВЬЯ РАСТЕНИЙ PLANT HEALTH
SANIDAD VEGETAL 国际植物健康年
SANIDADE VEGETAL
SANTÉ DES VÉGÉTAUX PLANT HEALTH
国际植物健康年 PLANT HEALTH SANIDADE VEGETAL
SANTÉ DES VÉGÉTAUX للصحّة النباتي ЗДОРОВЬЯ РАСТЕНИЙ
国际植物健康年

Em dezembro de 2018, a Assembleia Geral das Nações Unidas proclamou 2020 como o Ano Internacional da Sanidade Vegetal - AISV, para a promoção de uma consciência global com abordagens sobre como a proteção vegetal pode contribuir para eliminar a fome, reduzir a pobreza, proteger o meio ambiente e estimular o desenvolvimento econômico sustentável. Como forma de colaborar nessa conscientização, destacando a importância da proteção vegetal para a sociedade, é apresentado este livro, que está pautado nas mensagens-chave do AISV e traz as discussões para o âmbito brasileiro. Os temas biosseguridade agrícola e a sanidade vegetal brasileira são apresentados com uma análise sistêmica, e sob a ótica da geopolítica e da globalização. As parcerias público-privadas, a educação sanitária vegetal e as pesquisa voltadas para a proteção vegetal e da biodiversidade são tratadas como estratégicas a sanidade vegetal e a promoção da segurança alimentar. Enfim, essa obra busca atender ao objetivo de promover o debate sobre a sanidade vegetal, sua relação com a produção de alimentos, a biodiversidade, o meio ambiente e a saúde pública.

CREA-SC
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Santa Catarina

CIDASC

GOVSC
SECRETARIA AGRICULTURA

ISBN: 978-65-993201-2-5
CBL
9 786599 320125