

# Sustentabilidade ambiental preservação do meio

---

e conservação dos recursos naturais

CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA  
- ORGANIZADOR -

# Sustentabilidade ambiental **preservação** do meio

---

e conservação dos recursos naturais

CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA  
- ORGANIZADOR -

**Editora chefe**

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Camila Alves de Cremo

Ellen Andressa Kubisty

Luiza Alves Batista

Nataly Evinil Gayde

Thamires Camili Gayde

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2023 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2023 Os autores

Copyright da edição © 2023 Atena

Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial****Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Edevaldo de Castro Monteiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fáagner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Girene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

# Sustentabilidade ambiental, preservação do meio e conservação dos recursos naturais

**Diagramação:** Ellen Andressa Kubisty  
**Correção:** Maiara Ferreira  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizador:** Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

## Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S964 Sustentabilidade ambiental, preservação do meio e conservação dos recursos naturais / Organizador - Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. - Ponta Grossa - PR: Atena, 2023.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-1716-3

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.163230509>

1. Sustentabilidade. I. Paniagua, Cleiseano Emanuel da Silva (Organizador). II. Título.

CDD 304.2

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos - CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa - Paraná - Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

contato@atenaeditora.com.br

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de e-commerce, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

O e-book: “Sustentabilidade ambiental, preservação do meio e conservação dos recursos naturais” é constituído por cinco capítulos de livro que procuraram investigar: *i)* aspectos socioambientais no perímetro urbano, escolar e área rural; *ii)* aplicação de biofertilizante provenientes de dejetos bovinos e; *iii)* controle químico e zoneamento de áreas da praga quarentária da *Bactrocera dorsalis*.

O primeiro capítulo buscou identificar os aspectos socioambientais em um bairro na cidade de Ubá/MG, sendo identificados inúmeros problemas ambientais no bairro Eldorado. Os pesquisadores concluíram que o desenvolvimento de uma atividade de extensão poderá contribuir para uma maior sensibilização de toda a comunidade. O segundo capítulo apresenta as aplicações de projetos no âmbito ambiental no município de São Miguel do Tapuio, Piauí. O capítulo 3 avaliou a percepção das relações de confiança entre os produtores rurais, os diferentes órgãos de apoio e fiscalização (EMATER, IBAMA, IEF, Ministério Público) em comunidades rurais do município de Bambuí/MG. A partir de um questionário aplicado a 70 produtores, os pesquisadores verificaram a existência de uma forte relação de confiança a partir das famílias e vizinhos que relataram os principais problemas desde as condições precárias das estradas até a falta de apoio tanto de assistência técnica, quanto de políticas públicas.

O capítulo 4 investigou a eficiência da fertirrigação em diferentes culturas a partir de água resíduária da bovinocultura, previamente tratada em reator de digestão anaeróbia (UASB). Os pesquisadores concluíram que as menores lâminas de fertirrigação foram para o cultivo de melão, mandioca e maracujazeiro, enquanto as maiores se destinaram ao capim Elefante, Pará e Guiné.

O quinto e o sexto capítulo avaliaram, respectivamente, a prospecção de alternativas para o controle químico, bem como o zoneamento de áreas mais propícias a praga quarentária ausente (PQA) *Bactrocera dorsalis*. Os pesquisadores avaliaram planos de manejos integrados que sejam ecológicos e sustentavelmente mais corretos, visto que 24 princípios ativos (p.a.) utilizados no manejo da PQA foram reportados, na literatura, com imensa capacidade de causar impactos ambientais em função da lixiviação, escoamento superficial, na criação e desenvolvimento das abelhas entre outros.

Nesta perspectiva, a Atena Editora vem trabalhando de forma a estimular e incentivar cada vez mais pesquisadores do Brasil e de outros países, a publicarem seus trabalhos com garantia de qualidade e excelência em forma de livros, capítulos de livros e artigos científicos.

<b>CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>1</b>
ASPECTOS SOCIOAMBIENTAIS DO BAIRRO ELDORADO SITUADO NA CIDADE DE UBÁ, MG	
Cristeffany Diely Junia Silva	
Edquênia Esteves da Silva	
Lilian Cação Costa	
Maria Alicia Lemes de Oliveira	
Pamela Raimundo Leite	
Rangel Coutinho dos Santos	
Roger de Souza Lima	
Orcione Aparecida Vieira Pereira	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.1632305091">https://doi.org/10.22533/at.ed.1632305091</a>	
<b>CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>13</b>
A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NAS ESCOLAS PÚBLICAS MUNICIPAIS DE SÃO MIGUEL DO TAPUIO-PI	
Miciene Gomes Lopes	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.1632305092">https://doi.org/10.22533/at.ed.1632305092</a>	
<b>CAPÍTULO 3 .....</b>	<b>24</b>
RELACIONES DE CONFIANÇA E SATISFAÇÃO COM AS CONDIÇÕES SOCIAIS EM UMA MICROBACIA EM MINAS GERAIS	
Myriam Angélica Dornelas	
Anderson Alves Santos	
Maurício Lourenço Jorge	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.1632305093">https://doi.org/10.22533/at.ed.1632305093</a>	
<b>CAPÍTULO 4 .....</b>	<b>43</b>
RECOMENDAÇÃO DE LÂMINAS DE FERTIRRIGAÇÃO PARA CULTURAS AGRÍCOLAS COM BIOFERTILIZANTE ORIUNDO DA DIGESTÃO ANAERÓBIA DE DEJETOS DE BOVINOS	
Camila da Motta de Carvalho	
Conan Ayade Salvador	
Daniel Fonseca de Carvalho	
Henrique Vieira de Mendonça	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.1632305094">https://doi.org/10.22533/at.ed.1632305094</a>	
<b>CAPÍTULO 5 .....</b>	<b>58</b>
PROSPECÇÃO DE ALTERNATIVAS DE CONTROLE QUÍMICO PARA A PRAGA QUARENTENÁRIA AUSENTES <i>BACTROCERA DORSALIS</i>	
Vera Lucia Ferracini	
Maria Conceição Peres Young Pessoa	
Rafael Mingoti	
Giovanna Galhardo Ramos	
Bárbara de Oliveira Jacomo	
Marco Antonio Ferreira Gomes	
Jeanne Scardini Marinho-Prado	

Tainara Gimenes Damaceno  
Catarina de Araújo Siqueira  
Beatriz de Aguiar Giordano Paranhos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1632305095>

**CAPÍTULO 6 .....87**

**ZONEAMENTOS DE ÁREAS APTAS À PRAGA QUARENTENÁRIA AUSENTES  
*BACTROCERA DORSALIS* PARA APOIAR ESTRATÉGIAS DE CONTROLE**

Rafael Mingoti  
Maria Conceição Peres Young Pessoa  
Bárbara de Oliveira Jacomo  
Marco Antonio Ferreira Gomes  
Tainara Gimenes Damaceno  
Catarina de Araújo Siqueira  
Vera Lucia Ferracini  
Jeanne Scardini Marinho-Prado  
Giovanna Galhardo Ramos  
Beatriz de Aguiar Giordano Paranhos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1632305096>

**SOBRE O ORGANIZADOR ..... 109**

**ÍNDICE REMISSIVO ..... 110**

# CAPÍTULO 1

## ASPECTOS SOCIOAMBIENTAIS DO BAIRRO ELDORADO SITUADO NA CIDADE DE UBÁ, MG

---

*Data de submissão: 09/08/2023*

*Data de aceite: 01/09/2023*

### **Cristeaffany Diely Junia Silva**

Universidade do Estado de Minas Gerais  
Ubá – Minas Gerais  
<https://orcid.org/0009-0005-4450-7086>

### **Edquênia Esteves da Silva**

Universidade do Estado de Minas Gerais  
Ubá – Minas Gerais  
<https://orcid.org/0009-0001-1105-9003>

### **Lilian Cação Costa**

Universidade do Estado de Minas Gerais  
Ubá – Minas Gerais  
<https://orcid.org/0009-0002-3489-5773>

### **Maria Alicia Lemes de Oliveira**

Universidade do Estado de Minas Gerais  
Ubá – Minas Gerais  
<https://orcid.org/0009-0004-4232-1299>

### **Pamela Raimundo Leite**

Universidade do Estado de Minas Gerais  
Ubá – Minas Gerais  
<https://orcid.org/0009-0004-8619-3284>

### **Rangel Coutinho dos Santos**

Universidade do Estado de Minas Gerais  
Ubá – Minas Gerais  
<https://orcid.org/0000-0003-4454-9575>

### **Roger de Souza Lima**

Universidade do Estado de Minas Gerais  
Ubá – Minas Gerais  
<https://orcid.org/0000-0002-6914-426X>

### **Orcione Aparecida Vieira Pereira**

Universidade do Estado de Minas Gerais  
Ubá – Minas Gerais  
<https://orcid.org/0000-0001-7961-0490>

**RESUMO:** A Educação Ambiental torna-se cada vez mais necessária na atualidade para promover práticas que mostrem aos estudantes a importância de conhecer e refletir sobre as questões socioambientais, bem como planejar formas de atuação efetivas para a proteção e preservação do meio ambiente de forma sustentável que envolvam toda a população. Desta forma, este trabalho objetivou identificar os aspectos socioambientais do bairro Eldorado, situado no município de Ubá, Minas Gerais, e propor, a partir do cenário encontrado, uma atividade de intervenção. Tratou-se de uma pesquisa exploratória com abordagem qualitativa e a coleta de dados ocorreu por meio de uma aula de campo no bairro, na qual foram registradas as informações. Verificou-se que, apesar de o bairro ser vizinho de uma área de proteção permanente (APP) e possuir uma boa arborização, ocorrem vários problemas ambientais, com destaque para o descarte

inadequado de lixo, as queimadas e enchentes. A partir deste cenário, propõe-se que seja realizado um projeto de extensão que envolva os professores e alunos das escolas situadas no bairro, a universidade e a população local, com a proposição de diferentes dinâmicas e práticas para a promoção da sensibilização de todos frente às situações encontradas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Educação Ambiental; Desenvolvimento Sustentável; aula de campo urbana; problemas socioambientais.

## SOCIO-ENVIRONMENTAL ASPECTS OF THE ELDORADO NEIGHBORHOOD LOCATED IN THE CITY OF UBÁ, MG

**ABSTRACT:** Environmental Education is becoming increasingly necessary in today's world to promote practices that show students the importance of understanding and reflecting on socio-environmental issues, as well as planning effective ways of involving the entire population in protecting and preserving the environment sustainably. Thus, this study aimed to identify the socio-environmental aspects of the Eldorado neighborhood, located in the municipality of Ubá, Minas Gerais, and to propose an intervention activity based on the observed scenario. It was an exploratory research with a qualitative approach, and data collection took place through a field trip to the neighborhood, during which information was recorded. It was found that despite being neighboring a Permanent Preservation Area (APP) and having good tree coverage, several environmental problems occur in the area, particularly concerning improper waste disposal, wildfires, and floods. Based on this scenario, it is proposed to carry out an awareness-raising and mobilization activity within the local community to address the identified environmental issues in the Eldorado neighborhood.

**KEYWORDS:** Environmental Education; Sustainable Development; urban field trip; socio-environmental issues.

### 1 | INTRODUÇÃO

No Brasil, a principal referência para a Educação Ambiental (EA) é a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) instituída Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999 (Brasil, 1999), que estabelece diretrizes e princípios para a promoção da EA no país. Segundo essa política, a EA é definida como um processo contínuo e permanente que busca desenvolver a consciência crítica sobre as questões ambientais e promover a participação ativa na proteção e conservação do meio ambiente.

Para Dias (2004), EA é um processo educacional responsável por reverter o atual quadro ambiental e promover mudanças significativas nas relações humanas com o meio. Deve estar presente no cotidiano humano, atuando não só no reconhecimento das questões socioambientais, como também para nortear as escolhas e ações, articular o desenvolvimento à preservação e contribuir com a qualidade de vida em suas várias dimensões.

Desde o seu surgimento no século XX, a EA evoluiu ao longo do tempo como resposta aos problemas ambientais decorrentes da industrialização e, na atualidade, tem apresentado cada vez mais uma abordagem holística e participativa. Após a realização de

diversas conferências pela Organização das Nações Unidas (ONU) e diante das mudanças climáticas globais, tornou-se urgente a mudança de atitudes dos diferentes atores sociais – estados, governos, instituições e indivíduos – em prol de transformações para preservar o planeta.

Outro aspecto apontado na atualidade e que está associado às questões debatidas na área de EA é o desenvolvimento sustentável, o qual implica na adoção de práticas e políticas que visam atender às necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias demandas. É essencial que os seres humanos assumam a responsabilidade de agir de forma consciente, considerando os impactos ambientais, sociais e econômicos de suas ações (Mendes, 2009).

Objetivando construir um futuro de forma sustentável, a EA objetiva estimular a reflexão sobre os problemas e desafios ambientais, fornecendo conhecimentos, habilidades, atitudes e valores necessários para a construção de sociedades sustentáveis (Dias, 2004). Neste sentido, uma das maneiras de começar a promover a reflexão sobre as questões socioambientais atuais é abordar o conteúdo de EA nos espaços de educação formal e não formal, de forma integrada aos diversos níveis e modalidades de ensino, envolvendo a participação da comunidade e considerando a diversidade cultural e social (brasil, 1999).

Diante dos vários desafios atuais, a participação da comunidade torna-se cada vez mais necessária para promover a melhoria dos aspectos socioambientais de uma localidade, começando pela inclusão dos moradores na tomada de decisões que afetam seu entorno.

Perante esse contexto e das temáticas abordadas na disciplina EA, surgiu a iniciativa deste estudo que identificou os aspectos socioambientais do bairro Eldorado, situado no município de Ubá, Minas Gerais, com o intuito de propor uma atividade de intervenção a partir do cenário encontrado.

Parte-se da premissa de que é imprescindível conhecer a realidade ao redor para se ter informações que possibilitem agir de forma efetiva na modificação de hábitos no cotidiano. E de acordo com o Objetivo do Desenvolvimento Sustentável (ODS) número quatro que é o de “Assegurar a educação inclusiva e equitativa de qualidade, e promover oportunidade de aprendizagem ao longo da vida para todos”<sup>1</sup>, verifica-se que a Universidade tem um papel fundamental na formação de futuros profissionais, dentre eles futuros professores, como é o caso deste estudo realizado por licenciandos do sétimo período do Curso de Ciências Biológicas da Universidade do Estado de Minas Gerais – Unidade Acadêmica de Ubá (UEMG-Ubá) que buscou mostrar aos estudantes um cenário real para promover reflexões, debates e a proposição de possíveis soluções.

Assim, além desta breve introdução, na metodologia serão apresentadas as características da pesquisa e as informações sobre a área de estudo; em seguida, a análise dos resultados, a discussão e uma proposta de intervenção com base nos aspectos

<sup>1</sup> Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/4>. Acesso em: 20 jun. 2023.

encontrados no bairro; e, por fim, serão apontadas as considerações finais.

## 2 | METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa exploratória com abordagem qualitativa. Gil (2002) define a pesquisa exploratória como o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições, de maneira flexível, tendo uma maior familiaridade com o problema considerando os mais variados aspectos relativos ao fato estudado. A abordagem qualitativa foi utilizada para interpretar os resultados e possibilita apresentar narrativas e experiências em relação aos aspectos observados.

A pesquisa foi realizada no bairro Eldorado e foram levantados os aspectos socioambientais: características gerais do bairro; presença de estabelecimentos comerciais e escolas; tipo de arborização das ruas e quantidade de praças; tipo de pavimentação das calçadas; vegetação predominante na região; e os principais problemas ambientais.

Em um primeiro momento, também foi realizada uma revisão de literatura em artigos científicos, capítulos de livros e livros relacionados à temática estudada e também foram coletados dados sobre a cidade e o bairro nos sites do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) Cidades e da Prefeitura Municipal de Ubá para contextualizar o objeto de estudo.

Após a definição dos aspectos socioambientais a serem analisados, foi realizada uma aula de campo no bairro no mês de junho de 2023 para a coleta e o registro de informações que serão apresentadas e discutidas na próxima seção.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o último censo do IBGE, realizado no ano de 2022, o município de Ubá, MG, Latitude Sul =  $21^{\circ} 07' 10''$ , Longitude Oeste =  $42^{\circ} 56' 10''$ , possui uma população de 103.365 pessoas, densidade demográfica de 253,69 habitantes por km<sup>2</sup>, 96,3% dos domicílios situados em sua área urbana e área territorial de 407,452 km<sup>2</sup>.

Dados do IBGE Cidades<sup>2</sup> do ano de 2010 apontaram que o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal era de 0,724, 87,8% dos domicílios tinham esgoto sanitário adequado, a arborização em vias públicas atingia 69% e a cidade está localizada no bioma da Mata Atlântica.

O Eldorado é um dos 129 bairros do município de Ubá, possui 23 ruas e vias, além de abrigar cerca de 32 estabelecimentos comerciais de diversos segmentos, sendo três escolas e uma Unidade Básica de Saúde (Figura 1).

O trajeto percorrido durante a aula de campo teve início na Avenida Governador Bias Fortes e seguiu pela rua Dr. Fecas, em direção à Chácara Cantinho do Céu. Em seguida,

---

<sup>2</sup> Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/uba/pesquisa/23/47427?detalhes=true>. Acesso em: 24 jul. 2023.

o percurso seguiu pela rua Domitila Castanon, passou pela Avenida Alvimar Miquelito, tomando um atalho pelas escadas ao lado de uma lanchonete, retornando à rua Domitila Castanon e continuando nas ruas Vicente Leite, sentido Francisco de Paula Ribeiro e Nilton Chinelo, onde avistou-se o córrego São Domingos.



Figura 1 – Mapa do bairro Eldorado, Ubá, MG

Fonte: Geodados<sup>3</sup> (2023).

A Figura 2 apresenta a divisão espacial de uma parte do bairro e a diferença entre os tipos de construção.

A arborização é um fator relevante no bairro, o que contribui para os benefícios socioambientais, tais como a melhoria no clima e a qualidade do ar, e é composta por árvores de médio e alto porte. Nas vias públicas há predominância das espécies oiti (*Licania tomentosa*), fico-chorão (*Ficus benjamina*) e sibipiruna (*Caesalpinia pluviosa*) e, no geral, essas árvores apresentavam um bom aspecto de conservação e manutenção, tendo em vista que se encontravam podadas, com aspecto estético e paisagístico agradável.

---

3 Disponível em: <https://geodados.com.br/>. Acesso em: 23 jun. 2023



Figura 2 – Parte do bairro Eldorado, Ubá, MG

Fonte: os autores (2023).

No entanto, em algumas ruas verificou-se a falta desse cuidado, estando os galhos entrelaçados à fiação de abastecimento elétrico, entre outras situações, o que pode gerar transtornos às residências próximas, risco aos transeuntes e prejudicar o desenvolvimento das próprias árvores. Observou-se também em alguns locais do bairro a presença de espécies consideradas impróprias para a arborização urbana, como o caso da *Mangifera indica L.* variedade Ubá. Essa é uma árvore frutífera muito comum na região, mas inadequada para vias urbanas.

Neste sentido, também as praças desempenham um papel de destaque na qualidade de vida e estética do bairro, além de serem uma alternativa para integrar lazer e o contato com a natureza. Foi possível notar que a praça Guadalajara (Figura 3), localizada entre a Avenida Governador Bias Fortes e a Rua Dr. Fecas, é mais preservada e silenciosa, sendo mais atrativa para os moradores. Já a praça Francisco Seno (Figura 4), localizada na mesma avenida, apresenta aspecto de abandono e falta de manutenção na limpeza dos bancos, das árvores e dos equipamentos públicos de ginástica, além de falhas na iluminação que acarreta insegurança no período noturno.

É fundamental a ação humana para a conservação dos espaços de lazer. Em ambas as praças se verificou o descarte inadequado de lixo, mesmo tendo lixeiras, e garrafas abertas expostas à chuva, o que pode contribuir com o ciclo do mosquito *Aedes aegypti* e, consequentemente, com a proliferação da Dengue, entre outras doenças, afetando a saúde dos indivíduos.



Figuras 3 e 4 – Praças do bairro Eldorado, Ubá, MG.

Fonte: os autores (2023).

Segundo dados da Fundação SOS Mata Atlântica (Fundação, 2022), o município de Ubá mantém 2.919 hectares de mata atlântica nativa, considerando porções conjuntas igual ou superior a três hectares, isso representa 7,16% da formação vegetal natural. Essa baixa preservação da vegetação é resultado do processo de formação da cidade. A supressão do verde para a ocupação humana é uma realidade do município que possui uma das maiores concentrações demográficas da Zona da Mata mineira (IBGE, 2020). Essa ocupação territorial e as transformações na paisagem ficam evidentes na distribuição arbórea do bairro Eldorado, que apesar de bem arborizado quando comparado a outros bairros do município, apresenta dois sistemas de arborizado distintos à arborização e à floresta urbana.

O verde predominante no bairro é composto pela arborização urbana de plantio linear e esteticamente organizado, mantendo as árvores isoladas e próximas às calçadas. Apesar dessa característica marcante, em complemento à urbanização há trechos de floresta urbana, representadas por remanescentes de vegetação nativa e também pelo plantio de reflorestamento agrupado de árvores (Gonçalves; Paiva, 2013). Vale ressaltar que as áreas remanescentes de vegetação nativa encontradas no bairro Eldorado estão localizadas em topes de morro ou próximas de cursos de água, o que possibilita a percepção da importância das medidas de proteção às áreas de preservação permanentes (APP).

De acordo com a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (Brasil, 2012), em seu Artigo 3º, Inciso II, considera-se Área de Preservação Permanente (APP):

área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

Salienta-se que a presença de uma APP no bairro contribui para a proteção e a preservação de recursos fundamentais para as gerações vindouras.

Durante a aula de campo foram avistados pássaros de diferentes espécies e

um primata de pequeno porte, cavalos, além de alguns animais domésticos, tais como cachorros, porém desconhece-se a relação da população do bairro com a fauna local. Foi possível observar alguns cuidados, tais como vasilhas de água destinadas aos animais colocadas nas ruas e poleiros para pássaros em um espaço público.

Identificou-se a presença de duas nascentes de água localizadas em propriedades particulares. No entorno de uma das nascentes, há fragmentos de vegetação nativa e algumas residências. A água não era oficialmente aproveitada pelos moradores, sendo possível visualizar a formação do seu fio de água e o descarte em um bueiro. Sua qualidade é desconhecida, sendo necessária uma análise laboratorial para verificar sua potabilidade. Caso seja confirmada a qualidade do recurso, será importante informar aos moradores sobre sua disponibilidade e incentivar seu uso racional e seguro, seguindo as normas sanitárias vigentes. Durante a aula de campo, não se obteve acesso à segunda nascente.

No bairro Eldorado está situada uma parte do córrego São Domingos que também percorre os bairros Bom Pastor e São Domingos. Este córrego apresenta vegetação ciliar de Mata Atlântica, todavia visualizou-se um descaso com a vegetação, bem como a presença de moradias com estruturas inapropriadas no entorno do córrego e o mau cheiro devido ao esgoto não tratado, comprometendo a qualidade do recurso hídrico (Figura 5).



Figura 5 - Córrego São Domingos no bairro Eldorado, Ubá, MG

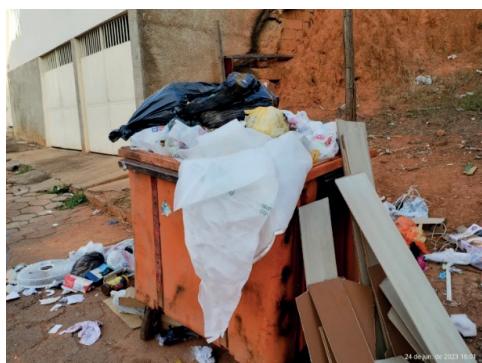
Fonte: os autores (2023).

Em caso de fortes chuvas, o córrego transborda alagando as ruas Francisco de Paula Ribeiro e Vicente Leite, ocasionando problemas, tais como a proliferação de doenças e a infestação de ratos, baratas e outros insetos. Essa realidade evidencia a carência de serviços de saneamento básico e o risco à saúde dos moradores.

Além das condições de parte do córrego São Domingos, foram evidenciados outros problemas socioambientais que afetavam não apenas as vias públicas, mas também as áreas verdes. Durante o percurso da aula de campo, observou-se uma grande quantidade e variedade de resíduos sólidos descartados de forma indevida, provenientes tanto de atividades domésticas quanto industriais, demonstrando a ausência de políticas de gestão ambiental e a irresponsabilidade das empresas instaladas na região (Figuras 6 e 7).

Também chamou a atenção a deterioração do patrimônio público e privado, expressa por meio de pichações e danos às edificações, indicando uma situação de desvalorização e violência. Essa impressão se agravava ao se contemplar o bosque do bairro, onde árvores jovens sofriam com as consequências de queimadas provocadas intencionalmente, configurando um ato de vandalismo e agressão à natureza.

Outro fator de risco observado foi a existência de construções em áreas impróprias, sem critérios técnicos ou planejamento urbano. As edificações apresentavam problemas estruturais e se localizavam em locais que sinalizam problemas referentes a deslizamentos ou inundações, expondo os habitantes a situações de perigo iminente.



Figuras 6 e 7 - Descarte incorreto de resíduos no bairro Eldorado, Ubá, MG

Fonte: os autores (2023).

A dinâmica socioambiental do bairro Eldorado é delicada, sendo claro o desequilíbrio ambiental causado pela ação humana e a falta de compensação desses agravos. A Coordenadoria Municipal de Defesa Civil no ano de 2020 apontou três áreas de risco geológico dentro deste bairro, sendo duas dessas áreas localizadas na parte alta do bairro e a terceira nas ruas próximas ao córrego São Domingos. Observa-se nessa região a necessidade de medidas para reduzir o risco de deslizamentos e inundações, atuando no controle efetivo do uso do solo e na revegetação do local (Prefeitura de Ubá, 2020).

Diante dos problemas socioambientais apresentados e frente ao desconhecimento a respeito das percepções e atitudes dos moradores do bairro a respeito desses problemas,

uma possível ação de intervenção seria um projeto de extensão de EA que integrasse as escolas do bairro, estudantes dos cursos de graduação em Ciências Biológicas, Design, Química e Pedagogia da UEMG-Ubá, bolsistas do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) dos cursos de licenciatura, principalmente os que atuam em uma pré-escola do bairro Eldorado, e a população local.

Estudantes e professores envolvidos no projeto promoveriam palestras nas escolas sobre os problemas socioambientais atuais, bem como suas causas e consequências, e, também, a criariam murais para a transmissão de informações sobre a preservação ambiental, oficinas sobre reciclagem e aulas de campo com os alunos e professores das escolas do bairro com o objetivo de levar as crianças e os adolescentes para conhecerem a realidade do local onde vivem. Após essas aulas de campo, seriam realizados debates para possibilitar a sensibilização e a reflexão a respeito das situações encontradas e a tomada de decisões sobre possíveis soluções.

As ações em EA nas escolas do bairro possibilitariam ampliar o conhecimento dos alunos sobre as condições socioambientais do bairro com a apresentação de imagens dos aspectos observados pelos autores deste relato, por exemplo.

Desta forma, a partir dessas atividades e considerando a experiência e compreensão deles sobre a temática, seria estabelecida uma dinâmica na qual os próprios discentes também poderiam sugerir ação de intervenção em relação a um dos aspectos abordados durante as palestras. Posteriormente, estas ideias seriam selecionadas para serem efetivamente colocadas em prática, buscando a participação da escola e da comunidade.

Assim, espera-se que essa proposta de intervenção possa estimular uma mudança positiva no comportamento e a consciência socioambiental dos moradores, fortalecendo o sentimento de pertencimento ao bairro e inspirando cuidado com o meio ambiente para o benefício das gerações futuras.

Ressalta-se que os apontamentos devem ser coletivos, no sentido de envolver todos no processo de tomada de decisões sobre as ações e soluções mais viáveis aos problemas selecionados, levando em consideração as faixas etárias dos alunos, respeitando suas potencialidades e limitações, e lembrando a todo momento que esse processo também é uma forma de exercer a cidadania.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este estudo proporcionou uma valiosa contribuição para o crescimento acadêmico ao abordar a importância da EA como instrumento fundamental na conscientização e transformação de realidades locais, pois além de enriquecer o conhecimento sobre o município, a pesquisa agregou informações sobre o bairro, possibilitando um olhar científico e crítico diante das situações encontradas.

Ao identificar problemas como o descarte inadequado de resíduos, as queimadas

e enchentes, esta pesquisa ofereceu um ponto de partida para a reflexão, a proposição de soluções sustentáveis e ações de intervenção que buscam promover a melhoria da qualidade de vida dos moradores e a preservação do meio ambiente.

Além disso, a continuação dessa pesquisa no bairro Eldorado ou a sua expansão para outros bairros de Ubá, MG, representa uma oportunidade para aprofundar o conhecimento sobre os desafios socioambientais enfrentados em diferentes contextos urbanos desse município.

O envolvimento das escolas e das universidades, como é o caso da UEMG, pode potencializar resultados e promover a participação mais ampla e engajada da comunidade local. A continuidade desses esforços acadêmicos e práticos contribuirá para o fortalecimento da consciência ambiental coletiva, o enriquecimento histórico do município e a construção de um futuro mais sustentável para a cidade e seus habitantes

Neste sentido, faz-se necessário novos estudos para retratar outros aspectos socioambientais vinculados aos bairros da cidade de Ubá, MG, bem como em outras cidades próximas, e propor projetos na área de EA com o objetivo de desenvolver abordagens específicas para cada localidade, levando em conta suas particularidades e necessidades.

Com isso, almeja-se evidenciar a importância da EA na atualidade como uma forma de evidenciar e priorizar questões que muitas vezes acabam sendo negligenciadas, como as questões socioambientais.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 28 abr. 1999. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9795.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm). Acesso em: 20 jun. 2023.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm). Acesso em: 25 jul. 2023.

DIAS, G. F. **Educação ambiental**: princípios e práticas. 9. ed. São Paulo: Gaia, 2004.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **Aqui tem mata**. Resultado por município. Disponível em: <https://www.aquitemmata.org.br/#/busca/mg/Minas%20Gerais/Ub%C3%A1>. Acesso em 11 jul. 2023.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002. Disponível em: [https://files.cercomp.ufg.br/webup/150/o/Anexo\\_C1\\_como\\_elaborar\\_projeto\\_de\\_pesquisa\\_-\\_antonio\\_carlos\\_gil.pdf](https://files.cercomp.ufg.br/webup/150/o/Anexo_C1_como_elaborar_projeto_de_pesquisa_-_antonio_carlos_gil.pdf). Acesso em: 15 jun. 2023.

GONÇALVES, W.; PAIVA, H. N. **Implementação da arborização urbana**: especificações técnicas. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2013. Disponível em: [https://professoraibg.files.wordpress.com/2020/07/gonc3a7alves-e-paiva-2013\\_implantac3a7c3a3o\\_arborizac3a7c3a3o\\_urbana\\_livro.pdf](https://professoraibg.files.wordpress.com/2020/07/gonc3a7alves-e-paiva-2013_implantac3a7c3a3o_arborizac3a7c3a3o_urbana_livro.pdf). Acesso em: 11 jul. 2023

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Panorama: Meio Ambiente. Ubá, MG, 2020.** Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/uba/panorama>. Acesso em: 11 jul. 2023.

PREFEITURA DE UBÁ. **Mapeamento das áreas de risco no município de Ubá.** 2020. Relacao\_de\_areas\_de\_risco\_geologicos\_mapeadas\_em\_Uba. Disponivel em: [https://www.uba.mg.gov.br/abrir\\_arquivo.aspx/Relacao\\_de\\_areas\\_de\\_riscos\\_geologicos\\_mapeadas\\_em\\_Uba?cdLocal=2&arquivo={278ECB28-ABDA-EEC8-DADC-3CEEB2AA5765}.pdf](https://www.uba.mg.gov.br/abrir_arquivo.aspx/Relacao_de_areas_de_riscos_geologicos_mapeadas_em_Uba?cdLocal=2&arquivo={278ECB28-ABDA-EEC8-DADC-3CEEB2AA5765}.pdf). Acesso em: 13 jul. 2023.

MENDES, J. M. G. Dimensões da sustentabilidade. **Revista das Faculdades Santa Cruz**, Curitiba, v. 7, n. 2, p. 49-59, jul./dez. 2009.

## CAPÍTULO 2

# A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NAS ESCOLAS PÚBLICAS MUNICIPAIS DE SÃO MIGUEL DO TAPUIO-PI

---

*Data de submissão: 17/08/2023*

*Data de aceite: 01/09/2023*

**Miciene Gomes Lopes**

Faculdade Dom Alberto

São Miguel do Tapuio – Piauí

<http://lattes.cnpq.br/5616419106255076>

**RESUMO:** A interação entre os homens e o ambiente ultrapassa a questão da simples sobrevivência. A espécie humana tem dificuldade em estabelecer o seu limite de crescimento, assim como para relacionar-se com outras espécies e com o planeta. Essa é a fronteira entre o conhecimento e a ignorância humana sobre sua própria casa, o Planeta Terra. Por conta disso, precisa-se estudar formas de atribuir a Educação Ambiental (EA) no cotidiano das pessoas. Objetivou-se nessa pesquisa apresentar as aplicações de projetos no âmbito ambiental no município de São Miguel do Tapuio, Piauí. Como metodologia pesquisa bibliográfica, em consonância com a aplicação de projetos de educação ambiental nas escolas e oferta de capacitações para recursos humanos e professores. Os resultados obtidos foram compilados nos produtos e devolutivas, com acompanhamento das atividades e elaboração de relatórios a respeito do que foi trabalho no município sobre EA. Concluiu-

se que as escolas municipais de São Miguel do Tapuio – PI, escolhidas para realização dessa pesquisa têm em seu cotidiano a abordagem do tema “Educação Ambiental”, no entanto, esse trabalho precisa estar mais presente no cotidiano das famílias dos educandos e dos profissionais da referida cidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Projetos; Capacitação; Meio Ambiente.

**ENVIRONMENTAL EDUCATION IN MUNICIPAL PUBLIC SCHOOLS IN SÃO MIGUEL DO TAPUIO-PI**

**ABSTRACT:** The interaction between men and the environment goes beyond the issue of simple survival. The human species has difficulty in establishing its limit of growth, as well as in relating with other species and with the planet. This is the frontier between knowledge and human ignorance about your own home, Planet Earth. Because of this, it is necessary to study ways of attributing Environmental Education (EE) in people's daily lives. The objective of this research was to present the applications of projects in the environmental scope in the municipality of São Miguel do Tapuio, Piauí. As a methodology, bibliographical research,

in line with the application of environmental education projects in schools and the provision of training for human resources and teachers. The results obtained were compiled in products and feedback, with monitoring of activities and preparation of reports regarding what was done in the municipality on AE. It was concluded that the municipal schools of São Miguel do Tapuio - PI, chosen to carry out this research, have in their daily lives the approach of the theme "Environmental Education", however, this work needs to be more present in the daily lives of the families of students and teachers. professionals in that city.

**KEYWORDS:** Projects; Training; Environment.

## 1 | INTRODUÇÃO

A situação ambiental em todo o mundo é preocupante, visto que o homem destrói a natureza em virtude de interesses próprios, esquecendo-se de que o meio ambiente é o que possibilita sua vida. A interação entre os homens e o ambiente ultrapassa a questão da simples sobrevivência.

Ao contrário de outros seres vivos que, para sobreviverem, estabelecem naturalmente o limite de seu crescimento e consequentemente o equilíbrio com outros seres e o ecossistema onde vivem. A espécie humana tem dificuldade em estabelecer o seu limite de crescimento, assim como para relacionar-se com outras espécies e com o planeta. Essa é a fronteira entre o conhecimento e a ignorância humana sobre sua própria casa, o Planeta Terra.

Almeida e colaboradores (2019) afirmam que para “reconhecer que os desequilíbrios ambientais estão relacionados intrinsecamente às condutas humanas inadequadas favorece a construção do pensamento crítico acerca das causas e dos efeitos entre ser humano e meio ambiente”. Porém, para se alcançar esse patamar de consentimento, precisa-se de conscientização em massa da população.

Para que isso ocorra é necessário haver intervenções da educação ambiental (EA), na qual é pautada no desenvolvimento holístico, como também individual, na capacidade de construir conhecimentos, atitudes, valores sociais, habilidades e competências voltadas para a manutenção do meio ambiente, preservando-o e conservando-o, trazendo consigo qualidade de vida e sustentabilidade para a população (PINTO; PINTO; DUARTE, 2013).

As questões ambientais, no Município de São Miguel do Tapuio, situado no Piauí, sempre estiveram presentes e as preocupações com a preservação ambiental são constantes nas discussões e construção de políticas públicas voltadas para o desenvolvimento do município. Sempre enfatizando a importância da parceria entre os órgãos públicos e privados, essas ações são voltadas para o desenvolvimento da educação ambiental, envolvendo inclusive espaços não escolares.

Para normatizar todo o trabalho voltado às políticas ambientais no município de São Miguel do Tapuio, foi aprovada a Lei 034/2019 que dispõe sobre a Política Municipal do Meio Ambiente e tem como objetivo a preservação, o uso racional, a melhoria, a recuperação

e a conservação da qualidade ambiental propícia a vida, visando assegurar as condições necessárias ao desenvolvimento socioeconômico e ecologicamente equilibrado. Instituiu a Política de Educação Ambiental, lei nº 040/2020, e Plano Municipal de Educação Ambiental de São Miguel do Tapuio – Piauí (PMEA).

A pesquisa tem como objetivo geral foi apresentar as aplicações de projetos no âmbito ambiental no município de São Miguel do Tapuio, Piauí. Enquanto os objetivos específicos são: Demonstrar ações que envolvem a educação ambiental dentro do município; relatar e evidenciar todas as ações realizadas; inserir atitudes de cunho sustentável na população são miguelense; implementar ações que estimulem os estudantes a preservarem o meio ambiente.

Diante do exposto, percebe-se que no município de São Miguel do Tapuio, necessita de ações voltadas para educação ambiental e que a população tenha conscientização que precisamos manter o meio ambiente para a geração atual e as próximas. Além disso, trabalhos com essa temática não foram explorados pela cidade, sendo algo relevante e importante para a divulgação de dados científicos sobre educação ambiental.

Para o desenvolvimento deste trabalho foi utilizada a pesquisa bibliográfica, realizando projetos de educação ambiental nas escolas da rede municipal e cursos de capacitação no âmbito da educação ambiental.

## 2 | DESENVOLVIMENTO

A educação ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não formal. Segundo Paula e colaboradores (2020) “a Educação Ambiental deve ser trabalhada em toda sociedade, principalmente nas escolas, já que a próxima geração de pessoas ativas inseridas em contexto social e econômico encontra-se na sala de aula”.

Nesse contexto, Narcizo (2009, p 03), fala que:

“A Educação Ambiental deve ser trabalhada na escola não por ser uma exigência do Ministério da Educação, mas porque acreditamos ser a única forma de aprendermos e ensinarmos que nós, seres humanos, não somos os únicos habitantes deste planeta, que não temos o direito de destruí-lo, pois da mesma forma que herdamos a terra de nossos pais, deveremos deixá-la para nossos filhos”.

A escola dentro da Educação Ambiental deve sensibilizar o aluno a buscar valores que conduzam a uma convivência harmoniosa com o ambiente e as demais espécies que habitam o planeta, auxiliando-o a analisar criticamente os princípios que tem levado à destruição inconsequente dos recursos naturais e de várias espécies.

A Secretaria Municipal de Educação, fomentadora da Educação Ambiental nos espaços escolares, orienta aos gestores escolares a organizarem seus Projetos Políticos

Pedagógicos junto com a comunidade escolar incluindo as Diretrizes norteadoras da Educação Ambiental.

Considerando a importância da temática ambiental e a visão integrada do mundo, no tempo e no espaço, sobressaem-se as escolas, como espaços privilegiados na implementação destas atividades.

Além dessa contextura, a sociedade de uma região também precisa passar por esse processo de sensibilização e conscientização. Uma forma de atingir os adultos é atribuindo formações para esse público, a fim deles divulgarem e disseminarem conhecimentos adquiridos relacionados com a educação ambiental.

Na pesquisa de Pinto e demais autores (2013) demonstra a relação da educação ambiental com surto de dengue e que ações de conscientização desse problema com sociedade é possível mitigar os efeitos da doença e assim reduzir o número de casos no ano de 2012 na cidade de Quissamã/RJ. Isso prova, que atitudes voltadas para os adultos, também surgem efeitos positivos, sendo um tema a ser trabalho com todas as faixas etárias.

Além disso, a pesquisadora Rahmeier (2019) realizou uma pesquisa que ocorreu no município de Condor (RS), na qual trata a relação dos resíduos sólidos às epidemias de dengue, chikungunya e zika vírus, na qual o acúmulo de lixo e estocagem inadequada de focos do Aedes aegypti, potencializa as infecções e elas tem relação com aspectos do meio ambiente e cuidado com o mesmo. Quanto se tem preocupação com a natureza, consequentemente há mais qualidade de vida da população.

Dessa forma, a educação ambiental é uma arma fundamental contra a destruição do meio ambiente, capaz de mudar a realidade do mundo em que vivemos com ações que promovam a sustentabilidade. A educação ambiental tem como objetivo alcançar os cidadãos como um todo, demonstrando que todos os indivíduos necessitam se informar a respeito da temática para exercer atitudes que mitigam os problemas relacionados com o meio ambiente em que estão inseridos (KOLCENTI; MÉDICI; LEÃO, 2020).

Mendes e Amorim (2019) acreditam que “a educação ambiental é um meio de difusão de ideias e de ações na busca de soluções, levando a comunidade a exercer a cidadania, busca-se, em tal educação, uma alternativa coadjuvante às políticas públicas atinentes ao meio ambiente”. Com isso, temos que exercer atitudes que disseminem esse tema transversal tão importante na atualidade.

Os procedimentos metodológicos utilizados foram a pesquisa bibliográfica, em consonância com a aplicação de projetos de educação ambiental nas escolas da rede municipal da referida cidade com estudantes do primeiro ao quinto ano do ensino fundamental, além de oferta de capacitações para recursos humanos e professores do município.

Estudando algumas teorias de autores que pesquisaram sobre o assunto da importância da educação ambiental aplicada em sala de aula. Segundo Severino (2007), a pesquisa bibliográfica é aquela que se realiza do registro disponível, decorrente de

pesquisa anterior, documentos e impressos anteriores.

Diante das inquietações provocadas pelas questões ambientais, vários órgãos públicos vêm tentando mitigar os danos ao meio ambiente, tentando realizar medidas paliativas e de sustentabilidade a fim de reduzir os impactos causados pelo homem, entre eles podemos citar: aplicação de projetos, leis, normativas, palestras, cursos, capacitações e adoção de gestão ambiental (HASHIMOTO; MORALES, 2014). Perante isso, o município de São Miguel do Tapuio vem trabalhando com esse tipo de práxis para diminuir efeitos antrópicos sobre a natureza.

Para o desenvolvimento da pesquisa, inicialmente foi verificado se as escolas tinham no seu Projeto Político Pedagógico (PPP) haviam ações para a educação ambiental, onde podemos enumerar algumas sugestões para o desenvolvimento das mesmas nas instituições e tentar mitigar o problema de desvalorização dos recursos naturais.

Uma das propostas elencadas foi a formação continuada para professores sobre educação ambiental (Figura 1), uma vez que os docentes precisam discutir e pesquisar sobre os assuntos para que possam desenvolver em sala de aula um trabalho mais sistematizado. As ações de formação acontecem anualmente, é ofertado para as redes de ensino do município.



Figura 1 – Capacitação sobre EA para professores da rede estadual de São Miguel do Tapuio – PI.

Fonte: Próprio autor, 2022.

Além disso, foi acompanhado os projetos que foram executados nas escolas, pois os mesmos possibilitaram aos alunos conhecerem os problemas ambientais e propor

estratégias que possam minimizá-los.

Dentre os projetos que podemos destacar, temos: a culminância da semana do meio ambiente, operação queimadas (Figura 2), coleta seletiva, reciclagem e compostagem (Figura 2 e 3), Projeto: água um bem precioso (Figura 4), Projeto Hortas Verdes (Figura 5), entre outros promovidos pela Prefeitura Municipal, Secretaria Municipal de meio Ambiente e secretaria de Educação.



Figura 2 – Projetos nas escolas no município de São Miguel do Tapuio – PI. A: Reciclagem; B: Operação Queimadas; C e D: Semana do Meio Ambiente.

Fonte: Próprio autor, 2022.



Figura 3 – Projetos: Coleta seletiva, reciclagem e compostagem, no município de São Miguel do Tapuio – PI.

Fonte: Próprio autor, 2022.



Figura 4 – Projeto Água: Um bem precioso, no município de São Miguel do Tapuio – PI.

Fonte: Próprio autor, 2022.



Figura 5 – Projeto Hortas Verdes, no município de São Miguel do Tapuio – PI.

Fonte: Próprio autor, 2022.

Outra atividade foi a capacitação de profissionais da saúde, assistência e administrativo da sede do município, os recursos humanos (Figura 6).



Figura 6 – Capacitação sobre EA para os recursos humanos da rede estadual de São Miguel do Tapuio – PI.

Fonte: Próprio autor, 2022.

Por fim, com todos os produtos e devolutivas de todas essas ações foi feito o acompanhamento das atividades e elaboração de relatórios.

Existe uma coerência das informações prestadas pelos discentes e mediadores quanto as disciplinas que abordam esse tema transversal, todos relataram que fazem isso em suas aulas, assim como os alunos também afirmaram que todas as disciplinas tratam da EA.

Com todas essas atuações dentro do município no ano de 2022, percebe-se que foi trabalhado de diversas formas a importância de se preservar o meio ambiente e a conscientização da população, como por exemplo, o cuidado e a modo correto de descarte dos resíduos sólidos, evitar o desperdício de água, uso de reciclagem, mudança de hábitos e o incentivo e plantio de plantas e hortas verdes, a fim de conseguir uma perspectiva de melhoria da qualidade de vida ambiental em São Miguel do Tapuio.

De acordo com Silva e Haetinger (2012), com as alterações significativas nos avanços científicos, tecnológicos, econômicos e sociais, a busca por profissionais qualificados e especializados que sejam capazes de lidar com as questões ambientais, agindo de forma

sustentável e que tenham habilidades quanto ao uso sensato dos recursos naturais, a fim de promover a qualidade de vida e consequentemente a manutenção da natureza são qualidades que estão sendo visadas pelo mercado de trabalho na atualidade. Vendo por essa vertente, percebe-se o quanto é necessário alcançar esse público, os profissionais das redes privadas e públicas, pois o cuidado com o meio ambiente é considerado um diferencial que está sendo visionado pelos contratadores.

Portanto, Wenczenovicz e Zagonel (2021) retratam que “a Educação Ambiental deve ser inserida na sociedade ao ponto de ser transformada em sinônimo de cidadania, bem como deve caracterizar uma nova consciência para todos os cidadãos”. A população São Miguelense precisa dessa visão para poder desmistificar ações que agredem o meio ambiente, tornando-o acessível para a geração atual e as futuras.

## **CONCLUSÃO**

Levando em consideração o levantamento de dados e os fatos mencionados concluiu-se que as escolas municipais de São Miguel do Tapuio – PI, escolhidas para realização dessa pesquisa têm em seu cotidiano a abordagem do tema “Educação Ambiental”, no entanto, esse trabalho precisa estar mais presente no cotidiano das famílias dos educandos e dos profissionais da referida cidade.

Foi observado que todas as escolas que participaram da pesquisa abordam o tema através de aulas expositivas, execução de projetos, excursões/passeios ecológicos e aulas extraclasse, percebe-se que ocorre uma abordagem constante, podendo ocasionar um aprendizado efetivo e significativo sobre a temática. Além disso, a interdisciplinaridade é uma prática cotidiana de todos os docentes, pois em muitos componentes curriculares é trabalhado pelos professores. Compilando com os pensamentos de Melo e colaboradores (2020) que afirmam que a “Educação Ambiental deve ser efetivada de maneira interdisciplinar, pois é na conjugação das diversas disciplinas que compõem o currículo escolar que a discussão ganhará amplitude de análise econômica, política, social, ecológica e outros”.

Fica clara a necessidade de uma posição ativa de toda a sociedade quanto à educação ambiental, consciente disso, as escolas do município de São Miguel do Tapuio propõem desenvolver este trabalho no âmbito escolar, a fim de auxiliar a formação dos jovens no aspecto socioambiental. Tendo a clareza que a natureza não é fonte inesgotável de recursos, suas reservas são finitas e devem ser utilizadas de maneira racional, evitando o desperdício e considerando a reciclagem como processo vital.

Por fim, os objetivos da pesquisa foram todos alcançados e que eles tiveram resgastes positivos e com assimilação da temática de EA no cotidiano das pessoas.

A Secretaria de Meio Ambiente, Cultura e Turismo, órgão responsável pela Política Ambiental do Município de São Miguel do Tapuio foi responsável pelas ações que presam à conscientização da população acerca da preservação ambiental. Ademais, é necessário continuar essas atuações para enraizar costumes e atitudes que servirão para benefícios duradouros para a natureza como para a sociedade, mantendo assim os recursos naturais nos dias atuais como também para gerações futuras.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Nayara Cristina Caldas et al. **Educação ambiental: a conscientização sobre o destino de resíduos sólidos, o desperdício de água e o de alimentos no município de Cametá/PA.** Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos, v. 100, p. 481-500, 2019.
- HASHIMOTO, Cristina Toyoko; MORALES, Angélica Góis. **ANÁLISE DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NOS ÓRGÃOS PÚBLICOS AMBIENTAIS DOS MUNICÍPIOS DE ADAMANTINA E DRACENA-SP.** Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista, v. 10, n. 6, 2014.
- KOLCENTI, Sandra Gonçalves Ribeiro; MÉDICI, Mônica Strege; LEÃO, Marcelo Franco. **Educação Ambiental em escolas públicas de Mato Grosso.** Revista Científica ANAP Brasil, v. 13, n. 29, 2020.
- MELO, Janaini Rodrigues; CINTRA, Leonardo Sette; LUZ, Claudia Noleto Maciel. **Educação ambiental: reciclagem do lixo no contexto escolar.** Multidebates, v. 4, n. 2, p. 133-141, 2020.
- MENDES, Silvana; AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. **Educação ambiental para a implantação da coleta seletiva em Junqueirópolis/SP.** Formação (Online), v. 26, n. 48, 2019.
- NARCIZO, Kaliane Roberta dos Santos. **Uma análise sobre a importância de trabalhar educação ambiental nas escolas.** REMEA-Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental, v. 22, 2009.
- PAULA, Everton de; ALMEIDA, Andressa; RUELA, Fernando. **Ações de conscientização ambiental no município de Taiobeiras (MG): perspectivas e limitações.** Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA), v. 15, n. 1, p. 83-96, 2020.
- PINTO, Poliana de Souza; PINTO, Fernanda de Oliveira; DUARTE, Shaytner Campos. **A Dengue e sua relação com Educação Ambiental no município de Quissamã/RJ.** Revista Científica da faculdade de medicina de Campos, v. 8, n. 1, p. 14-18, 2013.
- RAHMEIER, Taís. **Redução de focos de Aedes Aegypti por meio de ações de educação ambiental no município de Condor (RS).** Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA), v. 14, n. 2, p. 165-176, 2019.
- SÃO MIGUEL DO TAPUIO. Lei no 034, de 20 de dezembro de 2019. **Dispõe sobre a Política Municipal de Meio Ambiente de São Miguel do Tapuio, PI:** Diário Oficial dos Municípios. Acessado em: 30 de setembro de 2022.
- SÃO MIGUEL DO TAPUIO. Lei no 040, de 07 de janeiro de 2020. **Dispõe sobre a Política de Educação Ambiental de São Miguel do Tapuio, PI:** Diário Oficial dos Municípios. Acessado em: 21 de outubro de 2022.
- SEVERINO, Antônio Joaquim. **A pesquisa na pós-graduação em educação.** Revista Eletrônica de Educação, v. 1, n. 1, p. 31-49, 2007.
- SILVA, Andrea da; HAETINGER, Claus. **Educação ambiental no ensino superior–O Conhecimento a Favor da Qualidade de Vida e da Conscientização Socioambiental.** Revista Contexto & Saúde, v. 12, n. 23, p. 34-40, 2012.
- WENCZENOVICZ, Thaís Janaina; ZAGONEL, Juliane Maria. **Educação ambiental no contexto escolar: Projetos ambientais de escolas públicas estaduais da 15ª CRE de Erechim/RS.** Ambiente & Educação, v. 26, n. 1, p. 409-429, 2021.

## CAPÍTULO 3

# RELAÇÕES DE CONFIANÇA E SATISFAÇÃO COM AS CONDIÇÕES SOCIAIS EM UMA MICROBACIA EM MINAS GERAIS

---

*Data de aceite: 01/09/2023*

### **Myriam Angélica Dornelas**

Doutorado em Ciências Florestais (DCF/UFLA), mestrado em Administração pela Universidade Federal de Lavras (PPGA/UFLA) e professora efetiva do IFMG - Campus Bambuí. <http://lattes.cnpq.br/9746082351894970>.

### **Anderson Alves Santos**

Pós-doutorado em Engenharia Florestal (DCF/UFLA), doutorado em Ciências Florestais (DCF/UFLA), mestrado em Administração (PPGA/UFLA), especialista em Marketing (FACED), bacharel em Turismo (FATUR/MG) e professor efetivo do IFMG - Campus Formiga. <http://lattes.cnpq.br/7747265989770754>.

### **Maurício Lourenço Jorge**

MBA em Gestão Estratégica de Negócios (VERIS/METROCAMP/SP), graduação em Engenharia Mecânica (UNICAMP/SP) professor efetivo do IFMG - Campus Avançado de Arcos. <http://lattes.cnpq.br/4027734972678176>

as condições sociais dos agricultores (pequeno, médio e grande porte) da microbacia dos Córregos São Pedro e Araras no município de Bambuí - MG. Para tanto foi realizada uma pesquisa qualitativa, baseada em um estudo descritivo. A coleta de dados foi feita por meio da aplicação de questionário semiestruturado a 70 produtores inseridos na microbacia. Obteve-se que as instituições que inspiraram maior confiança, demonstrando laços mais fortes pelos produtores foram, na ordem de importância, a família, os vizinhos, EMATER, universidades, igreja, IBAMA, IEF e ministério público. Com relação à satisfação com as condições sociais, os principais fatores limitantes foram ligados principalmente às condições das estradas e falta de apoio aos pequenos produtores (assistência técnica, informação sobre políticas públicas). Concluiu-se que na microbacia estudada há a presença de boas relações de confiança entre as famílias e os vizinhos, demonstrando um capital social comunitário forte.

**PALAVRAS-CHAVE:** Microbacia. Capital social. Relações de confiança. Satisfação.

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho é apresentar a percepção sobre as relações de confiança com relação a órgãos de apoio ao produtor rural e satisfação com

# RELATIONSHIPS OF TRUST AND SATISFACTION WITH SOCIAL CONDITIONS IN A WATERSHED IN MINAS GERAIS

**ABSTRACT:** The purpose of this work is to present the perception about the relationships of trust in relation to supporting bodies for farmers and satisfaction with social conditions of farmers (small, medium and large) on the watershed of São Pedro and Araras streams in the city of Bambuí – MG. Therefore a qualitative survey was conducted based on a descriptive study. The data collection was made through a semi structured questionnaire to 70 agriculturists located in the watershed. It was obtained that the institutions that inspired greater confidence and showed stronger ties with the farmers were, in order of importance, family, neighbors, EMATER, universities, church, IBAMA, IEF and the public prosecution. Regarding satisfaction with the social conditions, the main limiting factors were mainly related to road conditions and lack of support for small producers (technical assistance, information on public policies). It can be concluded that in the studied watershed there are nice relationships of trust between families and neighbors, demonstrating a strong community social capital.

**KEYWORDS:** Watershed. Social capital. Relationships of trust. Satisfaction.

## 1 | INTRODUÇÃO

Um dos maiores desafios da sociedade moderna é garantir a utilização dos recursos naturais associada ao crescimento econômico de forma sustentável. Este crescimento sustentável é esperado tanto no meio urbano quanto no âmbito rural. Esse desafio é crescente em todo o mundo à medida que se intensificam os impactos ambientais, a pobreza, a desigualdade social e a necessidade de segurança alimentar.

Os Governos, a sociedade civil, organizações internacionais, setor privado e outros atores devem trabalhar juntos para enfrentar esses desafios e desenvolver estratégias apropriadas de combate a esses problemas. Assim, é importante que se criem condições para compatibilizar o desenvolvimento socioeconômico com vistas a uma exploração ambientalmente sustentável.

Especificamente no meio rural, boa parte dos impactos ambientais é resultado de técnicas de manejo inadequadas, desmatamento, uso indiscriminado de agrotóxicos, destinação incorreta de resíduos, entre outros. Economicamente, destaca-se como problema a falta de planejamento e controle econômico da produção e comercialização. Essas práticas, comuns no modelo agrícola convencional, que adota práticas intensivas, produção em escala industrial e alta demanda de agroquímicos, geram uma série de impactos negativos ao meio ambiente e diretamente ao produtor rural.

Quanto aos entraves no aspecto social, o produtor rural enfrenta questões que vão desde o acesso ao sistema de saúde, aos meios de comunicação e mídia, à capacitação profissional, educação de seus filhos, boas condições de estradas e transporte. Além disso, os produtores rurais podem ter reduzidas suas atividades de lazer e culturais, fator

importantíssimo para a qualidade de vida.

Mais importante do que a necessidade de investir recursos financeiros – muitas vezes acima da capacidade de pagamento gerada pela atividade desenvolvida – na implementação de práticas voltadas para a recuperação/conservação dos recursos naturais, é fundamental que haja, por parte dos produtores, uma percepção para a detecção dos problemas, conhecimento dos fatores que originaram tais problemas e busca de alternativas que recuperem a potencialidade produtiva da propriedade rural. É necessária uma nova compreensão sobre as causas dos problemas e uma reformulação de conceitos ambientais, econômicos e sociais para se chegar a uma solução adequada.

A percepção sobre as formas que devem ser utilizadas e, posteriormente, o manejo da(s) área(s), deve partir de uma visão do conjunto, de uma abordagem sistêmica, elaborada, pelo menos, no nível de microbacias. Atitudes isoladas, em uma ou outra propriedade, são insuficientes para resolução do problema como um todo. O gerenciamento de bacia hidrográfica é o instrumento orientador das ações do poder público e da sociedade, em longo prazo, no controle do uso dos recursos ambientais – naturais, econômicos e socioculturais – pelo homem, com vistas ao desenvolvimento sustentável.

As estratégias de uso sustentável dos recursos rurais variam conforme a comunidade considerada e sua localização. As demandas sociais são múltiplas e há sempre dificuldades para compatibilizá-las. A solução não é simples, pois há diferentes perspectivas e necessidades dos diferentes atores sociais da comunidade. Este é um processo no qual há constantes conflitos de interesses, uma vez que os limites socioculturais são visualizados de forma diversa por diferentes usuários de uma mesma área, como se pode perceber na decisão sobre recuperação de pastagens versus extração de madeira versus lazer. É importante que se identifiquem estas demandas e capacidades para que se possa ajustá-las, permitindo a construção de um processo de planejamento e gestão, que tenha como princípios norteadores a participação comunitária e o processo de construção social coletiva “de baixo para cima”.

A agricultura, nesse sentido, precisa ser entendida como atividade econômica e sociocultural – uma prática social – realizada por sujeitos que se caracterizam por uma forma particular de relacionamento com o meio ambiente. Esta faceta da dimensão cultural não pode e não deve obscurecer a necessidade de um processo de problematização sobre os elementos formadores da cultura de um determinado grupo social. Nesse contexto, o desenvolvimento rural sustentável deve ser concebido a partir das concepções culturais e políticas próprias dos grupos sociais, considerando suas relações de diálogo e de integração com a sociedade maior, por meio de representação em espaços comunitários ou em conselhos políticos e profissionais, numa lógica que considera aquelas dimensões de primeiro nível como integradoras das formas de exploração e manejo sustentável dos agroecossistemas.

O presente trabalho apresenta as relações de confiança e satisfação com as

condições sociais, elencadas pelos produtores rurais da micro-bacia hidrográfica dos Córregos São Pedro e Araras no município de Bambuí – MG.

## 2 | AR CABOUÇO TEÓRICO

### 2.1 Desenvolvimento rural sustentável

Desenvolvimento rural é um conceito sobre o qual se está refletindo no Brasil, que é hoje um país industrializado, mas não desenvolvido, embora nas duas últimas décadas venha apresentando alguns indicadores de desenvolvimento. Este conceito pode ser definido como a melhoria das condições de vida das pessoas residentes nas áreas e regiões rurais, através de processos sociais que respeitem e articulem os seguintes princípios: eficiência econômica, igualdade social e territorial, qualidade patrimonial e ambiental, sustentabilidade, participação democrática e responsabilidade cívica (VACCARI, 2006).

A agricultura sustentável é o manejo e utilização dos ecossistemas agrícolas de forma a manter sua diversidade biológica, produtividade, capacidade de regeneração, vitalidade e habilidade de funcionar de maneira que possa satisfazer – hoje e no futuro – significativas funções ecológicas, econômicas e sociais em nível local, nacional e global, e que não ameace outros ecossistemas (LEWANDOWSKI; HARDTLEIN; KALTSCHMITT, 1999).

Com esta perspectiva, dirime-se a necessidade de atribuir valor diferenciado às alternativas de ocupação do espaço rural, favorecendo a consideração da qualidade e do estado de conservação deste espaço. Aliado ao estado de conservação ambiental da paisagem rural deve-se ainda enfatizar a recuperação das áreas de proteção permanente para atendimento da legislação de proteção ambiental, ou em outras palavras, reverter o presente estado de deterioração da paisagem rural, que se observa na grande maioria das regiões do país (BOWERS; HOPKINSON, 1994). Esta definição de agricultura sustentável imprime ação ao conceito, então identificando-a como tecnologicamente intensiva, ainda que conservadora de recursos (NEHER, 1992).

Segundo Oliveira (2002) e Sachs (1990), destacam a importância de um planejamento agrícola que desenvolva sistemas alternativos de forma a identificar os problemas existentes nas regiões com suas respectivas culturas, expondo a necessidade de mudanças culturais e de comportamento. De acordo com a publicação do Fórum Oeste de Entidades para o Desenvolvimento (2003) os objetivos da agricultura sustentável são: manutenção para longo prazo dos recursos naturais e da produtividade agrícola; o mínimo de impactos adversos ao meio ambiente; retorno adequado aos produtores rurais; otimização da produção das culturas com o mínimo de insumos químicos; satisfação das necessidades humanas em termos de alimentos e de renda e; atendimento das necessidades sociais das famílias e das comunidades rurais.

Conforme o art. 186 da Constituição Federal de 1988, a função social da propriedade rural ocorre quando são cumpridos os requisitos de aproveitamento racional e adequado da terra, utilizando adequadamente os recursos naturais disponíveis e preservando o meio ambiente, observando as disposições que regulam as relações de trabalho em favor do bem-estar dos proprietários e dos trabalhadores (BRASIL, 1988). A noção de território favorece os estudos das regiões rurais nas seguintes dimensões: o abandono de uma visão exclusivamente rural, a diferenciação entre o crescimento e o desenvolvimento econômico, a possibilidade de um estudo empírico dos atores e suas organizações e o estabelecimento de uma relação entre os sistemas sociais e ecológicos, com vistas ao desenvolvimento sustentável (ABRAMOVAY, 2006).

No capítulo 14 da Agenda 21 encontram-se recomendações referentes à promoção do desenvolvimento rural e agrícola sustentável. O principal objetivo do desenvolvimento rural e agrícola sustentável é aumentar a produção de alimentos de forma sustentável e incrementar a segurança alimentar. Isso envolverá iniciativas na área da educação, o uso de incentivos econômicos e o desenvolvimento de tecnologias novas e apropriadas, dessa forma assegurando uma oferta estável de alimentos nutricionalmente adequados, o acesso a essas ofertas por parte dos grupos vulneráveis, paralelamente à produção para os mercados; emprego e geração de renda para reduzir a pobreza; e o manejo dos recursos naturais juntamente com a proteção do meio ambiente (CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE E O DESENVOLVIMENTO, 1992).

Para que isso aconteça, a comunidade precisa conhecer efetivamente os seus próprios assuntos, ter acesso a recursos, participar do controle desses recursos, participar de decisões e ter acesso a treinamentos, educação, posse da terra e outros direitos de propriedade. É necessário, também, que a comunidade seja capaz de suprir suas necessidades de maneira sustentável, conservando o meio ambiente.

## 2.2 Aspectos sociais na atividade rural

A dimensão social não se refere apenas à distribuição espacial, de gênero e etária da população, mas remete, de maneira especial, ao conjunto de relações sociais e econômicas que se estabelecem em qualquer sociedade e cuja fundamentação é tão variada como a religião, a ética e a própria cultura. De fato, são precisamente essas relações que fundamentam, em boa medida, o grau de acesso às diferentes formas do processo político regional e local (SEPÚLVEDA, 2005).

De acordo com Sepúlveda (2005), espera-se que na gestão dos aspectos sociais perceba-se a agregação de atores do desenvolvimento, com especial atenção, em primeiro lugar, às diversas formas de organização e de participação nos processos de tomada de decisões e à organização dos diversos grupos de interesses, formados em torno das necessidades percebidas como comuns. E, em segundo lugar, ao tipo e força

das interações entre a sociedade civil e os governos locais e regionais, assim como outras instâncias instituídas pelo setor público.

Assim, as diferenças de gênero e idade, bem como a diversidade étnica, devem ser vistas como atributos ou recursos socioculturais que pedem formas específicas de tecido social para o bem comum. Portanto, os laços de interação social são de importância decisiva para promover e consolidar o processo de participação e democratização regional e local. Enfatiza-se a bagagem de conhecimento, informação, capacidade e destreza das populações específicas, qualidades pertinentes para gerar valor agregado em dados processos produtivos e para distribuir benefícios gerados por esses processos da melhor maneira possível.

Em torno do desenvolvimento rural, não se deve ater ao apontamento de vantagens ou obstáculos geográficos de localização e sim, de estudar a montagem das “redes”, das “convenções”, em suma, das instituições que permitem ações cooperativas - que incluem, evidentemente, a conquista de bens públicos como educação, saúde, informação - capazes de enriquecer o tecido social de certa localidade (NAZZARI, 2003).

Entre duas ou mais comunidades com a mesma quantidade de recursos instrucionais (capital humano) e materiais (capital físico), o que as distingue, no que tange ao desempenho de seus membros, é a existência de capital social, isto é, a existência de laços de confiança e reciprocidade estabelecidos, que tornarão possíveis a mobilização dos indivíduos para a ação coletiva (PASSADOR *et al.*, 2005). Neste sentido, o conceito de capital social foi definido como:

O conjunto de recursos atuais ou potenciais que estão ligados à posse de uma rede durável de relações mais ou menos institucionalizadas de interconhecimento e de inter-reconhecimento ou, em outros termos, a vinculação a um grupo, como um conjunto de agentes que, não somente são dotados de propriedades comuns, mas também são unidos por ligações permanentes e úteis. Essas relações são irredutíveis a relações objetivas de proximidade no espaço físico (geográfico) ou no espaço econômico e social, porque são fundadas em trocas inseparavelmente materiais e simbólicas cuja instauração e perpetuação supõem o reconhecimento dessa proximidade (BORDIEU, 1980 *apud* MATOS, 2002, p. 68).

De acordo com Peres (2003), mais importante que vantagens competitivas dadas por atributos naturais, de localização ou setoriais, é o fenômeno da proximidade social que permite uma forma de coordenação entre os atores capazes de valorizar o conjunto do ambiente em que atuam e, portanto, de convertê-lo em base para empreendimentos inovadores. Corrobora ainda Nazzari (2006), quando menciona que o capital social é uma teia invisível que sustenta todas as relações sociais.

Portanto, se a sociedade não for organizada e seus níveis de confiança forem baixos, a desconfiança impede as pessoas de associarem-se, cooperarem e participarem nas questões políticas emergentes para o desenvolvimento das comunidades em que vivem. Sabe-se que as crenças e valores culturais, bem como a abertura para novos

conhecimentos e técnicas vivenciadas e trocadas pelos demais produtores rurais, podem formar uma importante rede de cooperação e expandir o capital social e o desenvolvimento sustentável nas comunidades.

Para Sachs (2004) a produção de meios de subsistência depende da combinação de acesso a ativos requeridos para a produção de bens e serviços para autoconsumo, no âmbito da economia doméstica; acesso ao treinamento e assistência técnica, técnicas e ativos necessários e produção de bens orientados para o mercado mediante o autoemprego; disponibilidade de trabalho decente; acesso universal aos serviços públicos; acesso à habitação construída e disponibilidade de tempo livre para atividades não produtivas. O autor menciona que, para que ocorra um desenvolvimento que inclua os menos favorecidos, requer-se, acima de tudo, a garantia do exercício dos direitos civis, cívicos e políticos, e que, além disso, o conjunto da população também deveria ter iguais oportunidades de acesso a serviços públicos, tais como educação, segurança, transporte, proteção à saúde e moradia.

A construção de uma sociedade sustentável envolve a promoção de uma educação que estimule a transformação ética e política dos indivíduos, bem como das instituições, promovendo mudanças que percorram o cotidiano individual e coletivo. De acordo com Sachs (2004), a educação é essencial para o desenvolvimento, pelo seu valor intrínseco, na medida em que contribui para o despertar cultural, conscientização e compreensão dos direitos humanos, aumentando a adaptabilidade e o sentido de autonomia, bem como a autoconfiança e estima. É claro que tem um valor instrumental com respeito à empregabilidade.

Os indicadores educacionais rurais do Brasil estão entre os piores da América Latina, como mostram os trabalhos da Comissão Econômica para a América Latina e Caribe (2002). Por isso, a juventude rural constitui um ator estratégico voltado para a formação de capital humano, que é necessário para impulsionar a formação de cadeias agroalimentares, aproveitar tecnologias de informática e, no geral, para elevar a competitividade da agricultura (SEPÚLVEDA, 2005). Já, o acesso aos serviços de saúde faz parte de um objetivo mais amplo, que é o de melhorar a saúde das pessoas. Isto depende de uma alimentação adequada (segurança alimentar), do acesso a água limpa, da melhoria das condições de moradia e de trabalho, de uma melhor educação e de medidas preventivas, como vacinação.

Conforme Costabeber e Caporal (2003), a dimensão social representa precisamente um dos pilares básicos da sustentabilidade, uma vez que a preservação ambiental e a conservação dos recursos naturais somente adquirem significado e relevância quando o produto gerado nos agroecossistemas, em bases renováveis, também possa ser equitativamente apropriado e usufruído pelos diversos segmentos da sociedade. Sob o ponto de vista temporal, esta noção de equidade ainda se relaciona com a perspectiva intrageracional (disponibilidade de sustento mais seguro para a presente geração) e com a

perspectiva intergeracional (não se pode comprometer hoje o sustento seguro das gerações futuras) (SIMÓN FERNÁNDEZ; DOMINGUEZ GARCIA, 2001).

A sustentabilidade social está vinculada ao padrão estável de crescimento, melhor distribuição de renda com redução das diferenças sociais, elevando a qualidade de vida do agricultor, de sua família e da comunidade local. Nesse sentido, é importante a participação dos governos municipal, estadual e federal em projetos sociais que possam contribuir com a permanência, de maneira digna, do agricultor em sua propriedade. Espera-se, finalmente, que em uma análise das situações sociais, possam se encontrar boas condições de educação, saúde, estradas, lazer, transporte coletivo, energia elétrica e/ou fontes alternativas de energia, assistência técnica, sistema de crédito, organização comunitária e sindicalização, condições sanitárias, aceitabilidade cultural e de aceitabilidade de novas tecnologias.

A dimensão social inclui, principalmente, a busca contínua de melhores níveis de qualidade de vida mediante a produção e o consumo de alimentos com qualidade biológica superior. Isso comporta, por exemplo, a eliminação do uso de insumos tóxicos no processo produtivo agrícola mediante novas combinações tecnológicas, ou ainda, por meio de opções sociais de natureza ética ou moral. Nesse caso, é a própria percepção de riscos e/ou efeitos maléficos da utilização de certas tecnologias sobre as condições sociais das famílias de agricultores que determina ou origina novas formas de relacionamento da sociedade com o meio ambiente. Trata-se de um modo de estabelecer uma conexão entre a dimensão social e a ecológica, sem prejuízo da dimensão econômica (um novo modo de “cuidar da casa” ou de “administrar os recursos da casa”) (COSTABEBER; CAPORAL, 2003). Costabeber e Caporal (2003) complementam ainda que, os saberes, os conhecimentos e os valores locais das populações rurais precisam ser analisados, compreendidos e utilizados como ponto de partida nos processos de desenvolvimento rural que, por sua vez, devem espelhar a “identidade cultural” das pessoas que vivem e trabalham em um dado agroecossistema.

### 3 I MATERIAL E MÉTODOS

O método considerado adequado para a realização desta pesquisa foi o estudo de caso, pois neste tipo de abordagem, procura-se trabalhar com cenários sociais bastante específicos, tendo caráter de profundidade e detalhamento (ALENCAR, 1999; GIL, 1996; LAVILLE; DIONE, 1999; LEENDERS; ERSKINE, 1989; STAKE, 1994; VERGARA, 1998; YIN, 1989).

Optou-se, neste estudo de caso, pela pesquisa descritiva e exploratória. Segundo Gil (2009), a pesquisa descritiva tem como objetivo principal a descrição das características de determinadas populações ou fenômenos. Uma das características é a utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados e a pesquisa exploratória visa proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito.

A área de abrangência do estudo está inserida na Bacia do Rio São Francisco, envolvendo a região do Alto São Francisco (das nascentes à confluência do Rio Jequitáí, MG), especificamente na sub-bacia do Rio Ajudas. A microbacia dos Córregos São Pedro e Araras encontra-se completamente na área rural do município de Bambuí – MG, totalizando 7.415 ha.

Com o intuito de se alcançarem os objetivos propostos, a primeira etapa do estudo consistiu em identificar os produtores rurais inseridos na área de drenagem da microbacia dos Córregos São Pedro e Araras. Primeiramente, foi realizado um delineamento da área de drenagem, obtido por meio de SIG (Sistemas de Informações Georreferenciadas) e, em seguida, buscaram-se informações junto à Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais (EMATER) e ao Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA) do município para identificar quem e quantos seriam estes produtores. Foram identificados 74 produtores rurais nesta microbacia. Deste total, obtiveram-se 94,59% de respondentes, ou seja, 70 produtores, que são os sujeitos centrais desta pesquisa, sendo seis de grande porte, nove de médio porte e cinquenta e cinco produtores de pequeno porte.

Os procedimentos de coleta dos dados foram realizados por meio de dados primários e secundários. Os dados secundários foram obtidos por meio de pesquisa bibliográfica e permitiram a construção da fundamentação teórica e caracterização da área de estudo. O instrumento de coleta dos dados junto aos produtores rurais foi um questionário semiestruturado. Para a análise dos dados das entrevistas utilizou-se da análise de conteúdo proposta por Bardin (1979) e Minayo (2000).

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este tópico apresenta a caracterização geral dos produtores rurais respondentes (sexo, idade, escolaridade, tempo na atividade e porte familiar), as relações de confiança apresentadas pelos produtores sobre dezessete instituições e também a satisfação quanto ao acesso às condições sociais na microbacia estudada.

### 4.1 Caracterização geral dos produtores rurais respondentes

Este item aborda as características gerais dos produtores rurais respondentes, quais sejam: sexo, idade, escolaridade, tempo na atividade, composição familiar e o porte dos produtores.

#### 4.1.1 *Sexo, idade, escolaridade, tempo na atividade e porte familiar*

A maioria dos entrevistados é do sexo masculino (89%) e apenas 11% são mulheres. A divisão do trabalho nas unidades de produção familiar provoca uma masculinização não só da produção, mas de todo o meio rural. Esse é apenas um exemplo das várias

condições sociais que fazem do meio rural um lugar menos propício para as mulheres, especialmente as mais jovens, tornando-o, cada vez mais, idoso e masculino (CAMARANO; ABRAMOVAY, 1999). Comprovando tal situação, a idade da maioria dos produtores rurais entrevistados encontra-se entre 56 a 65 anos (31,43%), de 46 a 55 (24,29%) e mais de 65 anos (21,43%), enquanto que a idade abaixo de 45 anos representou uma porcentagem menor de respondentes: de 36 a 45 anos (14,29%), de 26 a 35 (7,14%) e menor ainda de produtores rurais com menos de 25 anos (1,43%).

A idade foi uma variável importante, pois permitiu identificar se as famílias que participaram dessa pesquisa estão sofrendo o processo de envelhecimento - o que pode assim ser confirmado -. Comparando com os aspectos demográficos nacionais, verifica-se que o processo de envelhecimento na comunidade em estudo não é um acontecimento isolado, pois Duncan *et al.* (2004), ressaltam que a distribuição etária revela expressivo envelhecimento da população brasileira, juntamente com outros indicadores que mostram a diminuição da taxa de fecundidade e o aumento da longevidade da população.

O Censo Agropecuário do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2006), revelou o baixo nível de escolaridade dos produtores agropecuários. No presente estudo foi revelado que a escolaridade da maioria dos respondentes foi o primário completo com 22,86%, em segundo lugar o primário incompleto com 15,71%. Além disso, 7,14% dos respondentes não são alfabetizados ou somente assinam o nome. Os pesquisadores Ney e Hoffman (2009) concluíram em sua pesquisa que das pessoas com 25 anos ou mais de idade, vivendo no meio rural, “26,3% têm escolaridade inferior a um ano e 46,7% apenas o ensino primário”, e completam: “quase 75% da população adulta, portanto, sequer tem o primeiro ano do antigo ensino ginasial”. O efeito dessas diferenças reflete, de acordo com os números, diretamente no rendimento médio dos trabalhadores agrícolas e não agrícolas nas áreas oficialmente rurais. Na avaliação dos pesquisadores, a baixíssima escolaridade da população mais pobre restringe sua capacidade de defender seus direitos e de participar de forma mais ativa na vida social e política do país, o que poderia gerar mudanças institucionais importantes a favor da equidade. Lanjouw (1999) e Reardon (2001) também destacam que o baixo nível de escolaridade da população restringe o crescimento das atividades não agrícolas, principalmente das mais produtivas e dinâmicas.

Todavia, 12,86% dos produtores têm formação de técnico agrícola, o que pode facilitar suas atividades rurais e 11,43% têm curso superior completo, com as formações profissionais em agronomia, direito, administração, processamento de dados, física e engenharia civil. Finalmente, três produtores eram pós-graduados (4,29%) nas áreas de extensão rural, educação e meteorologia. O nível de escolaridade e a experiência com outras atividades profissionais são ingredientes importantes para desencadear o processo de transformação. Certamente não são condições indispensáveis, pois agricultores com baixa escolaridade, e vivência apenas com a agricultura, conseguem certificação e se colocam positivamente no mercado. Entretanto, produtores com capacitação formal e

conhecimento de mercado desempenham o papel de trazer novas visões e quebrar antigos paradigmas, promovendo um efeito de multiplicação das práticas orgânicas (MAZZOLENI; NOGUEIRA, 2006).

Para Lacki (2000), o conhecimento é emancipador de dependências do produtor rural. Ao dotá-lo de mais autoconfiança e autossuficiência técnica, permite que ele possa ser mais eficiente, buscando soluções para seus próprios problemas.

Também se demonstrou elevada a experiência nas atividades agropecuárias, tendo em vista que a porcentagem de respondentes com idade superior aos 45 anos também é alta. A grande maioria dos respondentes, 56%, está lidando com a atividade agrária há mais de 30 anos e em muitos casos a vida toda. Quatorze por cento exercem a atividade de 21 a 30 anos e 19% de 11 a 20 anos. Apenas 7% dos produtores estão na atividade de 6 a 10 anos e 4% há menos de 5 anos.

Em muitas atividades profissionais, a experiência é valorizada como fator de sucesso. No meio rural, embora nem sempre essa experiência se traduza em termos financeiros, sua importância se reflete na adoção de novas práticas agrícolas e na redução dos riscos inerentes à atividade.

A transmissão dos direitos sobre a propriedade de uma geração à outra pôde ser identificada, tendo em vista que, grande parte dos produtores entrevistados mencionou que permaneceram no campo para dar continuidade ao trabalho de seus pais. Nota-se, ainda, pouco ou baixo desenvolvimento do empreendedorismo rural por parte de indivíduos oriundos da cidade, ou de uma migração da cidade para o campo, e dados do IBGE comprovam que essa migração é inversa, ou seja, do meio rural para as cidades. Os dados evidenciam que a maioria dos respondentes conhece a comunidade há um tempo considerável, alguns inclusive nasceram ali, possuindo boas condições para fornecer informações consistentes sobre a microbacia.

O total de brasileiros trabalhando no campo caiu 30%, de 23,3 para 16,4 milhões desde 1985, conforme o IBGE. Nesse período, o número de pessoas por propriedade passou de 4 para 3. O campo dispensou 6,9 milhões de pessoas. O produtor que permanece no meio rural tem cerca de 45 anos e depende da esposa, de um dos filhos ou de um empregado para produzir (IBGE, 2006).

No estudo, verificou-se que a composição da maioria das famílias dos respondentes é formada por 4 a 5 pessoas (63%), 17% das famílias estão entre 6 a 9 membros e 13% têm 2 a 3 indivíduos. Famílias compostas por muitos membros, acima de 10 pessoas, representaram uma minoria de 7%. A predominância de famílias compostas por 4 ou 5 indivíduos ratifica uma tendência de estruturas familiares mais reduzidas.

## 4.2 Relações de confiança

Muitos estudos abordaram a importância das relações de confiança no contexto rural

para mensurar o capital social. Relações familiares e de vizinhança, relações de amizade e relações profissionais podem constituir formas latentes de capital social e esse conjunto de normas informais é que promove a cooperação entre dois ou mais indivíduos. Logo, é da existência e do compartilhamento dessas normas que surge confiança e redes entre indivíduos (ABRAMOVAY, 2000; BOURDIEU, 1980; CASTILHOS, 2002; VILLELA, 2001).

Granovetter (1973, 1985 *apud* LAZZARINI; CHADDAD; NEVES, 2000) faz uma qualificação da natureza de laços sociais inseridos em redes de relacionamentos interpessoais: um laço forte entre dois indivíduos envolve uma elevada dose de tempo e esforço dedicado à relação, feição emocional, confiança e reciprocidade. Logo, é um relacionamento que se molda e autorreforça ao longo do tempo. Um laço fraco é exatamente o oposto dessa situação, envolvendo transações pontuais entre agentes, em que a identidade dos indivíduos tem menor importância e questões de confiança e reciprocidade são mínimas.

A confiança do produtor rural, em dezessete instituições de apoio, foi levantada. As instituições que inspiraram maior confiança, demonstrando laços mais fortes com produtores, foram, na ordem de importância, a família (90%), os vizinhos (77,14%), EMATER (58,57%), universidades (57,14%), igreja (56,52%), Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) (38,57), Instituto Estadual de Florestas (IEF) (32,56%) e ministério público (31,43%).

As instituições de apoio com maior destaque, em que os produtores confiam parcialmente, foram as empresas (65,22%), governo federal (51,43%), governo estadual (48,57%), mídia (48,57%), IEF (32, 86%), sindicato e associações (37,14%), sistema judiciário (34,29%) e polícia ambiental (34,29%).

As instituições que mais geraram desconfiança, ou que denotaram laços sociais mais fracos com os produtores rurais, foram o governo municipal com 47,14%, o sistema judiciário (27,14%), os sindicatos e associações (25,71%) e o ministério público (24,29%).

É importante ressaltar que as instituições menos conhecidas dos produtores, ou cujas relações de confiança não puderam ser avaliadas, foram as ONGs (Organizações Não- Governamentais) com 55,71%, sindicatos e associações (25,71%), ministério público e IEF, ambos com 20% das opiniões dos respondentes (Figura 1).

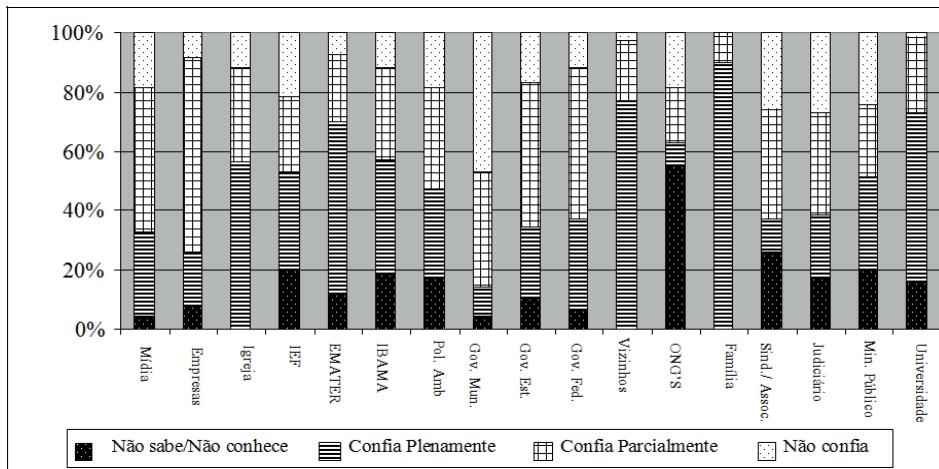


Figura 1 Confiança em algumas instituições de apoio aos produtores Fonte: Dados da pesquisa (2011).

As instituições de maior confiança para pequeno, médio e grande produtor foram famílias e vizinhos, em primeiro e segundo lugar, respectivamente. Em terceiro lugar, a instituição de maior confiança para os grandes foi a universidade, para os médios a EMATER e a igreja para os pequenos. Na quarta posição e empatados o IEF e EMATER foram de total confiança para os grandes, bem como mídia e universidade para os médios e EMATER para os pequenos.

Do lado oposto de avaliação, tem-se que os pequenos produtores confiam menos no governo municipal (49%), sindicatos rurais e associações (25%), polícia ambiental, ministério público e sistema judiciário com 20% dos produtores afirmando não confiar. Os médios produtores confiam menos no IEF e sistema judiciário, ambos com 55,56% das opiniões dos entrevistados, seguido pelo governo municipal e Organizações não Governamentais (ONGs) com 44% e com 33% o governo estadual e ministério público. Por fim, as instituições que os grandes produtores mais desconfiam, dentre as 17 apresentadas, foram o sistema judiciário e ministério público, ambos com 50% das opiniões, empatadas, também, estão o governo municipal, os sindicatos e associações e a igreja com 33% de desconfiança.

Monastério (2000) distinguiu três tipos de capital social: capital social institucional (descreve as relações sociais existentes entre a sociedade civil e o Estado), capital social extracomunitário (descreve as relações sociais geradoras de capital que determinada comunidade; estabelece com grupos sociais e econômicos externos) e capital social comunitário (refere-se às relações sociais comunitárias dos indivíduos). Atrelando as relações sociais a relações de confiança compreendidas pelos produtores entrevistados, ficou evidente a presença do capital social comunitário, pois os respondentes demonstraram um alto grau de confiança em sua família e vizinhança rural.

O capital social extracomunitário e institucional para as instituições analisadas oscilaram bastante com relação aos níveis de confiança em cada instituição e por isso entendeu-se que estão presentes, porém não de maneira tão marcante como o capital social comunitário. Isso indica que as relações sociais presentes entre os vizinhos podem gerar formas combinadas de associação entre os mesmos. Além do mais, o capital social institucional e extracomunitário merecem ser reforçados e para isso é necessário que as instituições, tanto públicas quanto as privadas, promovam ações mais participativas junto à comunidade de produtores rurais.

Desta forma, é notória a importância dos laços familiares e do sentimento de vizinhança estabelecido entre a maioria dos pesquisados, que se configura como uma das premissas básicas para reconhecimento de capital social inerente à comunidade pesquisada. É interessante observar que duas instituições de caráter técnico e público como a EMATER e as universidades obtiveram uma credibilidade maior do que a igreja. Em relação às instituições de menor prestígio, o governo municipal configurou-se com um alto índice de desconfiança. Além disso, é importante salientar o quanto as ONGs são desconhecidas no meio rural estudado.

#### **4.3 Satisfação quanto ao acesso às condições sociais na microrregião estudada**

Os produtores rurais foram indagados sobre suas opiniões gerais e específicas referentes às condições sociais a que têm acesso e as respostas obtidas indicam que 40% sentem-se mais ou menos satisfeitos. Trinta e nove por cento (39%) sentem-se satisfeitos e 21% não se sentem satisfeitos com as condições sociais.

Dentre os entrevistados, que representaram aqueles quarenta por cento (40%) que se sentiram mais ou menos satisfeitos, a maioria (68,5%) relatou que a situação das estradas os incomoda e atrapalha mais, por gerar prejuízos diretos no deslocamento do produtor, crianças para a escola e escoamento da produção. Em segundo lugar destacaram-se problemas referentes à educação de seus filhos com 12,2%, demonstrando apreensão sobre o transporte escolar e sobre as perspectivas de melhoria da escolaridade. Em terceiro lugar, apareceram transtornos relativos à saúde (9,7%). Na quarta posição, com 7,2%, foi apontada a dificuldade de acesso aos meios de comunicação, principalmente relativos aos sinais de recepção de telefonia móvel e internet, ou seja, inseridos no contexto da exclusão digital. A seguir surgiram, com 2,4%, as problemáticas referentes a necessidades de melhorias em sua moradia.

Alguns trechos de entrevistas que representam os discursos sobre as condições sociais são elencados a seguir: *“Estou satisfeito em partes, porque faço o que gosto, porém deixo de fazer outras coisas que também gosto. Estou satisfeito com a minha habitação, saúde, educação, porém insatisfeito com a condição da estrada”* (RELATO DE ENTREVISTA – PRODUTOR 43).

Outro discurso elucida de maneira objetiva a percepção do mesmo respondente sobre as condições de educação e estrada: “*Estou mais ou menos satisfeito porque, por exemplo, quando chove a estrada fica péssima e aí o ônibus escolar não tem como vir buscar as crianças e também gera contrariedade das pessoas para vir trabalhar*” (RELATO DE ENTREVISTA – PRODUTOR 20). A fala de outro denota a insatisfação com as condições de saúde: “*a habitação é boa, mas o resto não muito, por exemplo, por aqui não tem assistência médica*” (RELATO DE ENTREVISTA – PRODUTOR 66).

Para os 21% de produtores rurais (15 respondentes) totalmente insatisfeitos, as causas de descontentamento giraram em torno da situação das estradas e da saúde (6 produtores). A educação dos filhos foi mencionada por 3 produtores como um motivo de preocupação, porque depois da oitava série o filho terá de ir para cidade continuar os estudos; existe na região a Escola Municipal do Pau Ferro, porém atende somente até o ensino fundamental.

Destacam-se aqui os relatos de dois produtores: “*Não estou satisfeito porque a estrada é sem manutenção, saúde não tem acesso e escola tem de ir pra cidade*” (RELATO DE ENTREVISTA – PRODUTOR 04); “*Não sinto não, porque, por exemplo, não vejo assistência médica na zona rural. Quanto à estrada, se chover fica intransitável. Segurança não tem, isso temos sorte porque não tem o ladrão, mas não tem policiamento e quanto à educação até tá razoável, mas ainda tem o que melhorar*” (RELATO DE ENTREVISTA – PRODUTOR 58). Os outros 6 produtores apontaram problemas gerais, seus discursos posicionam-se no sentido de que não há acesso aos serviços sociais na microbacia e que têm de recorrer ao município em busca de solução para os problemas de ordem social. O relato do produtor 18 demonstra essa opinião: “*não tem nada lá que se necessita e que atenda as nossas necessidades sociais*”.

A tranquilidade do local onde vivem, a melhoria da condição de vida no campo se comparada a décadas passadas, o fato de gostarem das atividades que desenvolvem, o acesso à escola municipal rural para seus filhos (com transporte escolar diário) e a fé em Deus representam motivos de satisfação para os 39% de produtores rurais que se sentiram satisfeitos com as condições sociais.

Trechos de relatos dos entrevistados demonstram essa situação. “*Tô muito satisfeita. Escola boa, estrada boa, somos privilegiados aqui.*” (RELATO DE ENTREVISTA – PRODUTOR 59); “*Tô porque a educação melhorou muito e o resto eu to satisfeito*” (RELATO DE ENTREVISTA – PRODUTOR 63); “*Tá ótimo porque ta dando para viver, trazer as contas pagas e ainda sobra um pouquinho.*” (RELATO DE ENTREVISTA – PRODUTOR 21); “*Sinto satisfeita porque é o que eu gosto*” (RELATO DE ENTREVISTA – PRODUTOR 23); “*Estou sim, graças à Deus temos saúde e não precisamos de tanta coisa assim pra viver*” (RELATO DE ENTREVISTA – PRODUTOR 43); “*Porque se a gente tiver fé em Deus e ‘tando’ trabalhando, tem de ficar satisfeito*” (RELATO DE ENTREVISTA – PRODUTOR 01).

A satisfação com as condições sociais relativas ao porte demonstra que os pequenos e médios estão mais satisfeitos. Dos pequenos, 24 (43,64%) estão totalmente satisfeitos, 22 (40%) mais ou menos e 9 (16,36%) insatisfeitos. Dos médios, 4 (44,44%) estão totalmente satisfeitos, 2 (22,22%) mais ou menos e 3 (33,33%) insatisfeitos. A maioria dos grandes encontra-se insatisfeita sendo 3 (50%) insatisfeitos, 1 satisfeito (16,67%) e 2 (33,33%) totalmente satisfeitos.

## CONCLUSÕES

Pode-se concluir que as instituições que inspiraram maior confiança, demonstrando laços mais fortes com os produtores foram, na ordem de importância, a família, os vizinhos, EMATER, universidades, igreja, IBAMA, IEF e ministério público.

A percepção dos produtores rurais quanto às condições sociais permitiu identificar a convergência de pequenos, médios e grandes produtores relativa à avaliação negativa das condições das estradas e, positivamente, no que tange à segurança e capital social comunitário forte. A forma como foi percebido o acesso às condições sociais pelos produtores rurais pode ter origem na escolaridade e, consequentemente, no porte dos produtores. Neste trabalho, observou-se que a escolaridade está intimamente relacionada ao porte. Assim, a maioria dos produtores com ensino superior é de grande porte; os de médio porte, em sua maioria, têm o ensino médio ou técnico, enquanto a concentração de baixa escolaridade, com ensino fundamental e primário, ficou entre os pequenos produtores.

Percebeu-se neste trabalho que os produtores de pequeno porte estão, de forma geral, mais satisfeitos com as condições sociais, ao passo que os de médio e grande porte demonstraram maior insatisfação. Assim, a maior escolaridade representou maior acesso à informação e, consequentemente, maior grau de urgência sobre o acesso às condições sociais.

Finalmente, conhecer, diagnosticar, retratar e documentar a realidade holística e de mesorregião (bacias hidrográficas) torna-se um meio (canal) para que estratégias sustentáveis de melhorias das condições atuais possam ser alcançadas com sucesso.

## REFERÊNCIAS

ABRAMOVAY, R. O capital social dos territórios: repensando o desenvolvimento rural. **Revista de Economia Aplicada**, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 379-397, abr./jun. 2000.

ABRAMOVAY, R. **Para una teoría de los estudios territoriales**. 2006. Disponível em: <[http://www.econ.fea.usp.br/abramovay/artigos\\_cientificos.htm](http://www.econ.fea.usp.br/abramovay/artigos_cientificos.htm)>. Acesso em: 24 fev. 2017.

ALENCAR, E. **Introdução à metodologia de pesquisa social**. Lavras: UFLA, 1999.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1979.

BOURDIEU, P. Le capital social: notes provisoires. **Actes de la Recherche en Sciences Sociales**, Paris, v. 31, n. 1, p. 2-3, 1980. Disponível em: <[http://www.persee.fr/articleAsPDF/arss\\_03355322\\_1980\\_num\\_31\\_1\\_2069/article\\_arss\\_0335-5322\\_1980\\_num\\_31\\_1\\_2069.pdf](http://www.persee.fr/articleAsPDF/arss_03355322_1980_num_31_1_2069/article_arss_0335-5322_1980_num_31_1_2069.pdf)>. Acesso em: 4 jun. 2011.

BOWERS, J.; HOPKINSON, P. The treatment of landscape in project appraisal: consumption and sustainability approaches. **Project Appraisal**, Surrey, v. 9, n. 2, p. 110-118, 1994.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil, 1988**. São Paulo: Ática, 1988.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo Agropecuário**. Brasília, 2006.

CAMARANO, A. A.; ABRAMOVAY, R. Êxodo rural, envelhecimento e masculinização no Brasil: panorama dos últimos 50 anos. Rio de Janeiro: IPEA, 1999.

CASTILHOS, D. S. B. **Capital social e políticas públicas**: um estudo da linha infraestrutura e serviços aos municípios do PRONAF. 2002.172 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

COMISSÃO ECONÔMICA PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE. **Indicadores rurais na América Latina**. 2002. Disponível: <[www.cepal.org.br](http://www.cepal.org.br)>. Acesso em: 30 jan. 2010.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE E O DESENVOLVIMENTO. **Agenda 21**. Rio de Janeiro: MMA, 1992.

COSTABEBER, J. A.; CAPORAL, F. R. Possibilidades e alternativas do desenvolvimento rural sustentável. In: VELA, H. (Org.). **Agricultura familiar e desenvolvimento rural sustentável no Mercosul**. Santa Maria: UFSM, Pallotti, 2003. p. 157-194.

DUNCAN, B. B. *et al.* **Medicina ambulatorial**: condutas de atenção primária baseadas em evidências. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

FÓRUM OESTE DE ENTIDADES PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DA AGRICULTURA FAMILIAR. Sustentabilidade e seus vários significados. **Jornal Roça Viva**, Cascavel, v. 1, n. 1, fev. 2003. Disponível em: <[www.agriculturafamiliar.org.br](http://www.agriculturafamiliar.org.br)>. Acesso em: jun. 2010.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1996.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

LACKI, P. Rentabilidade na agricultura: com mais subsídios ou com mais profissionalismo? In: CONGRESSO BRASILEIRO DAS RAÇAS ZEBUÍNAS, 4., Uberaba, 2000. **Anais...** Uberaba: ABCZ, 2000. p. 167-183.

LANJOUW, P. The rural non-farm sector: a note on policy options. In: WORLD BANK WORKSHOP ON NON-FARM RURAL SECTOR AND POVERTY ALLEVIATION. 1999. Mimeo.

LAVILLE, C.; DIONE, J. **A construção do saber**. Belo Horizonte: UFMG, 1999.

LAZZARINI, S. G.; CHADDAD, F. R.; NEVES, M. F. O conceito de capital social e aplicações para desenvolvimento e estratégia sustentável. **Preços Agrícolas**, Piracicaba, p. 10-14, maio 2000.

LEENDERS, M. R.; ERSKINE, J. A. **Case research**: the case writing process. Ontario: University of Western Ontario, 1989.

LEWANDOWSKI, I.; HARDTLEIN, M.; KALTSCHMITT, M. Sustainable crop production: definition and methodological approach for assessing and implementing sustainability. **Crop Sciences**, Madison, v. 39, p. 184-193, 1999.

MATOS, D. L. *et al.* Projeto Bambuí: avaliação de serviços odontológicos privados, públicos e de sindicato. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 36, n. 2, p. 237-243, 2002.

MAZZOLENI, E. M.; NOGUEIRA, J. M. Agricultura orgânica: características básicas do seu produtor. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, DF, v. 44, n. 2, p. 263-293, 2006.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento**: pesquisa qualitativa em saúde. 7. ed. São Paulo: Hucitec; Rio de Janeiro: Abrasco, 2000.

MONASTÉRIO, L. M. **Putnam no Pampa**: capital social e a metade Sul do Rio Grande do Sul. Pelotas: UFPEL, 2000.

NAZZARI, R. K. **Capital social, cultura e socialização política**: a juventude brasileira. Tese (Doutorado em Ciência Política) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

NAZZARI, R. K. **Juventude brasileira**: capital social, cultura e socialização política. Cascavel: Edunioste, 2006.

NEHER, D. Ecological sustainability in agricultural systems: definition and measurement. **Journal of Sustainable Agriculture**, Binghamton, v. 2, n. 3, p. 51-61, 1992.

NEY, M. G.; HOFFMANN, R. Educação, concentração fundiária e desigualdade de rendimentos no meio rural brasileiro. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, DF, v. 47, n. 1, p. 147-181, 2009.

OLIVEIRA, J. H. R. **MAIS**: método para avaliação de indicadores de sustentabilidade organizacional. 2002. 196 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

PASSADOR, J. L. *et al.* Capital social e desenvolvimento rural sustentável: uma abordagem sistêmica da verticalização da agricultura familiar. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DA PRODUÇÃO, 12., 2005, Bauru. **Anais...** Bauru: [s. n.], 2005. 1 CD ROM.

PERES, F. C. **Capital social**: a nova estrela do crescimento econômico. 2003. Disponível em: <[www.pa.esalq.usp.br](http://www.pa.esalq.usp.br)>. Acesso em: 6 ago. 2009.

REARDON, T. Rural nonfarm employment and incomes in Latin America: overview and policy implications. **World Development**, Oxford, v. 29, n. 3, mar. 2001.

SACHS, I. Desarrollo sustentable, bio-industrialización descentralizada y nuevas configuraciones rural urbanas. Los casos de India y Brasil. **Pensamiento Iberoamericano**, Madrid, v. 46, p. 235-256, 1990.

SACHS, I. **Desenvolvimento**: includente, sustentável, sustentado. Rio de Janeiro: Garamond, 2004.

SEPÚLVEDA, S. **Desenvolvimento microrregional sustentável**: métodos para planejamento local. Tradução de Dalton Guimarães. Brasília, DF: IICA, 2005.

SIMÓN FERNÁNDEZ, X.; DOMINGUEZ GARCIA, D. Desenvolvimento rural sustentável: uma perspectiva agroecológica. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v. 2, n. 2, p. 17-26, abr./jun. 2001.

STAKE, R. E. Case studies. In: DEZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. **Handbook of qualitative researchs**. London: Sage, 1994. p. 236-242.

VACCARI, A. V. **O rural revisto como sustentabilidade, estudo de caso em Gramado e Canela, Rio Grande do Sul, Brasil**. 2006. Disponível em: <<http://www.alasru.org/cdalasru2006/29%20GT%20Andr%C3%A9%20Volkart%20Vaccari.pdf>>. Acesso em: 22 jun. 2010.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisas em administração**. São Paulo: Atlas, 1998.

VILLELA, G. A. P. **O processo de construção de capital social e a influência da extensão rural: estudo de caso do Projeto Área-Piloto do RS, envolvendo quatro municípios do Planalto Sul-Riograndense**. 2001. 64 p. Monografia (Especialização em Desenvolvimento Rural) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

YIN, R. K. **Case study research: design and methods**. Bervely Hills: Sage, 1989.

## CAPÍTULO 4

# RECOMENDAÇÃO DE LÂMINAS DE FERTIRRIGAÇÃO PARA CULTURAS AGRÍCOLAS COM BIOFERTILIZANTE ORIUNDO DA DIGESTÃO ANAERÓBIA DE DEJETOS DE BOVINOS

---

*Data de submissão: 05/06/2023*

*Data de aceite: 01/09/2023*

### **Camila da Motta de Carvalho**

UFRRJ, Departamento de Engenharia  
Seropédica - RJ  
<http://lattes.cnpq.br/0093872977556510>

### **Conan Ayade Salvador**

UFRRJ, Departamento de Engenharia  
Seropédica – RJ  
<http://lattes.cnpq.br/9667991641636333>

### **Daniel Fonseca de Carvalho**

UFRRJ, Departamento de Engenharia  
Seropédica – RJ  
<http://lattes.cnpq.br/4871187664578422>

### **Henrique Vieira de Mendonça**

UFRRJ, Departamento de Engenharia  
Seropédica – RJ  
<http://lattes.cnpq.br/8897355054570578>

**RESUMO:** A maior parte da produção de leite no Brasil é resultado de criações de gado bovino em pasto ou em sistemas de confinamento (intensivo), nos quais há geração de um grande volume de efluentes orgânicos. Esse tipo de água residuária tem relevante potencial poluente em solos, águas superficiais, lençóis freáticos, entre outros. Tendo em vista essa problemática, a biodigestão anaeróbia em

reator UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket*) se configura como uma alternativa eficaz na promoção do tratamento dos resíduos gerados pela atividade leiteira, ao minimizar o potencial de poluição e riscos envolvidos no manejo desses dejetos. Após o tratamento, há a geração do digestato, rico em macro e micronutrientes, com potencial de substituir ou complementar a adubação mineral de plantas. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi calcular lâminas de água residuária da bovinocultura (ARB) previamente tratadas em reator UASB para diferentes culturas agrícolas, quando cultivadas em duas classes de solo (Argissolo e Planossolo), características do município de Seropédica – RJ. Como resultado, as menores lâminas de fertirrigação com ARB calculadas foram para as culturas do melão pele de sapo, mandioca e maracujazeiro-amarelo e as maiores para o capim-elefante, capim-pará e capim-guiné. Concluiu-se que a aplicação de ARB em culturas agrícolas, desde que sob aplicação de tecnologia adequada, além de apresentar-se como alternativa sustentável e segura para a disposição final dos efluentes agroindustriais, apresenta potencial para servir como fonte de nutrientes para as culturas agrícolas,

gerando economia com o uso de fertilizantes inorgânicos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Água Residuária da Bovinocultura, Nitrogênio, reator UASB.

## RECOMMENDATION OF FERTIRRIGATION LEVELS FOR AGRICULTURAL CROPS WITH BIOFERTILIZER FROM THE ANAEROBIC DIGESTION OF CATTLE MANURE

**ABSTRACT:** The majority of milk production in Brazil based on pasture or confinement (intensive) systems. The latter, large amounts of organic effluents are generated. This type of wastewater has a high pollution potential for soils, surface water, water tables etc. According to this situation, anaerobic digestion in the UASB reactor (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) is an efficient alternative for treating the residues produced by dairy production by minimizing the pollution potential and the risks involved in the management of these residues. By analysing the sources, this article is proposing how to calculate doses of cattle wastewater (CWW) previously treated in the UASB reactor for different crops when grown on two soils (Acrisol and Planosol) collected in Seropédica - RJ. Thus, the lowest fertirrigation levels with CWW were for piel de sapo melon, cassava, and yellow passion fruit crops, and the higher were for elephant grass, pará grass, and guinea grass. Based on these findings, the application of CWW besides presenting itself as a sustainable and safe alternative for the final disposal of agroindustrial effluents has the potential to serve as a source of nutrients for crops by generating savings with the use of inorganic fertilizers.

**KEYWORDS:** Bovine Wastewater, Nitrogen, UASB reactor.

## INTRODUÇÃO

A maior parte da produção de leite no Brasil é resultado de criações de gado bovino em pasto ou em sistemas de confinamento (intensivo), no qual é gerado um grande volume de efluentes orgânicos em uma área reduzida. Estima-se que o volume diário desses resíduos, produzido por vacas leiteiras confinadas, seja equivalente a um valor entre 9 e 12% do peso vivo do animal (CAMPOS et al., 2002; PIRES, 2020). Caso esses efluentes sejam dispostos na natureza de maneira inadequada poderão ocasionar contaminação dos solos, das águas superficiais e dos lençóis freáticos, além de ocasionarem outros prejuízos aos serviços ambientais (OTENIO et al., 2018), pois apresentam alta carga orgânica, sólidos suspensos e dissolvidos, metais pesados e sais, podendo conter ainda microrganismos potencialmente patogênicos. Quando atingem corpos hídricos, esses resíduos causam enriquecimento de águas superficiais com nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), redução no teor de oxigênio dissolvido no meio, acréscimo da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), além da propagação de microrganismos patogênicos (SOUZA, 2012; SILVA, 2021).

Visando reduzir a capacidade poluidora dos efluentes da bovinocultura, recomenda-se o uso de reatores anaeróbios de fluxo ascendente com manta de lodo (UASB). Após a degradação da matéria orgânica pelo reator UASB, o biofertilizante proveniente do processo possui potencial de aproveitamento na fertirrigação de culturas agrícolas,

devido à presença de macro e micronutrientes essenciais ao bom desenvolvimento de plantas. Segundo Mendonça et al. (2016), o nitrogênio amoniacial está presente em maior quantidade, além de potássio, cálcio, fósforo e magnésio.

Diversos estudos apontam que a prática de fertirrigação com ARB, se manejada corretamente, pode promover efeitos benéficos na estruturação e estabilização dos agregados do solo, aumento do pH, da CTC, dos níveis de matéria orgânica e teores de macronutrientes, principalmente N, P e Ca, além de poder contribuir para a redução da poluição ambiental e dos custos produtivos. Entretanto, para que os benefícios da utilização de ARB na fertirrigação de culturas possam ser aproveitados, é necessário adotar critérios técnicos e sanitários adequados durante o processo. Tendo em vista que a fertirrigação pode contribuir para a deposição de sais e esses, por sua vez, poderão acumular-se no solo, ou ainda, serem lixiviados, ocasionando a contaminação de águas subterrâneas (MATOS, 2017; MENEZES et al., 2018).

O uso de biofertilizantes derivados de águas residuários é recomendado, mas para isso é necessário se conhecer o conteúdo de nutrientes e de outros componentes presentes nas águas residuárias, permitindo o cálculo correto das taxas de aplicação (Matos et al., 2013).

## OBJETIVO

Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo principal calcular e recomendar lâminas de fertirrigação com água residuária da bovinocultura (ARB), previamente tratada em reator UASB, para diferentes culturas agrícolas, quando cultivadas em duas classes de solo predominantes no município de Seropédica (RJ).

## METODOLOGIA

A água residuária da bovinocultura (ARB) utilizada para o recomendado das lâminas foi obtida a partir dos efluentes gerados no estábulo do Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), conhecido como “Fazendinha Agroecológica” (coordenadas: 22°45'22" S; 43°40'28" W), localizada no município de Seropédica – RJ.

O efluente foi coletado após separação dos sólidos grosseiros em esterqueira, seguida por tratamento em reator UASB, com tempo de retenção hidráulica no reator de 7,5 ( $\pm 0,5$ ) dias. Após a coleta, a ARB foi analisada e caracterizada no Laboratório de Qualidade de Água, do Departamento Engenharia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), localizada em Seropédica – RJ, conforme as metodologias do *Standard Methods* (APHA, 2012). Os valores médios e desvio padrão são apresentados na Tabela 1.

Parâmetro	Valor*	Desvio Padrão
CE (dS m <sup>-1</sup> )	0,15	0,00
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg L <sup>-1</sup> )	150,00	5,60
N <sub>org</sub> (mg L <sup>-1</sup> )	126,00	1,90
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg L <sup>-1</sup> )	0,75	0,10
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg L <sup>-1</sup> )	12,00	2,20
P <sub>t</sub> (mg L <sup>-1</sup> )	36,80	7,00
Mg <sup>2+</sup> (mg L <sup>-1</sup> )	32,00	18,00
Ca <sup>2+</sup> (mg L <sup>-1</sup> )	53,00	9,00
K <sup>+</sup> (mg L <sup>-1</sup> )	195,00	0,50
ST (mg L <sup>-1</sup> )	897,00	112,00
SD (mg L <sup>-1</sup> )	755,00	99,00
pH (1:2,5)	6,20	0,30

\*valor médio da triplicata

Tabela 1. Valores médios das características físicas e químicas da água residuária da bovinocultura após reator UASB.

Para o cálculo da lâmina de fertirrigação foram avaliados materiais de solo coletados de um Planossolo e de um Argissolo, ambos localizados na área experimental do Instituto de Agronomia da UFRRJ (coordenadas 22°46'22" S e 43°42'44" W). As amostras foram obtidas a partir de duas camadas (0-20 e 20-40 cm), com amostragem composta advindas de oito pontos diferentes, e encaminhadas ao Laboratório de Fertilidade do Solo da UFRRJ para que fossem realizadas as análises químicas e físicas em conformidade com o Manual de Métodos de Análise de Solo (TEIXEIRA et al., 2017). Os valores médios das amostras em triplicata e o desvio padrão resultantes destas análises constam na Tabela 2.

Parâmetro	Argissolo (0-40 cm)		Planossolo (0-40 cm)	
	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão
Na (cmolc dm <sup>-3</sup> )	0,49	0,27	0,04	0,01
Ca (cmolc dm <sup>-3</sup> )	3,15	0,15	1,00	0,00
Mg (cmolc dm <sup>-3</sup> )	2,25	0,05	0,55	0,05
K (cmolc dm <sup>-3</sup> )	0,36	0,14	0,13	0,01
H+Al (cmolc dm <sup>-3</sup> )	3,38	1,32	2,64	0,96
Al (cmolc dm <sup>-3</sup> )	0,20	0,00	0,25	0,05
S (cmolc dm <sup>-3</sup> )	6,25	0,50	1,72	0,03
T (cmolc dm <sup>-3</sup> )	9,63	1,82	4,36	0,93
V (%)	66,30	7,31	41,41	9,47
m (%)	3,12	0,24	12,67	2,41
n (%)	4,75	1,88	0,84	0,07
pHágua (1:2,5)	4,40	0,10	5,10	0,00
MO (%)	1,16	0,11	1,03	0,36
P (mg L <sup>-1</sup> )	31,31	1,69	57,57	11,43
K (mg L <sup>-1</sup> )	140,44	53,43	51,23	3,77
ρ (g cm <sup>-3</sup> )	1,33	0,02	1,58	0,08

Tabela 2. Valores médios das características físicas e químicas dos solos das diferentes classes de solo avaliadas.

Para o cálculo da dose única recomendada para a fertirrigação tomou-se o nitrogênio como nutriente de referência e realizou-se os cálculos conforme o método DEA/UFV, sugerido por Matos (2014) e apresentado a partir da Equação 1.

$$D_{AR} = 1000 \times \frac{[N_{abs} - (T_{m1} \times MO \times \rho_s \times p \times 10^7 \times 0,05 \times n/12)]}{T_{m2} \times n/12 \times N_{org} + (N_{amon} + N_{nitrito}) \times TR} \quad (1)$$

em que,

$D_{AR}$  – dose de aplicação (m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>);

$N_{abs}$  – absorção de nitrogênio pela cultura para obter a produtividade desejada (kg ha<sup>-1</sup>);

$T_{m1}$  – taxa anual de mineralização da matéria orgânica anteriormente existente no solo (kg kg<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>).

MO – conteúdo de matéria orgânica do solo (kg kg<sup>-1</sup>);

$\rho_s$  – massa específica do solo (t m<sup>-3</sup>);

p – profundidade do solo considerada (m);

n/12 – fração do ano referente ao período de cultivo (ano);

$T_{m2}$  – taxa de mineralização do  $N_{org}$  (kg kg<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>);

$N_{org}$  – nitrogênio orgânico (mg L<sup>-1</sup>);

$N_{amon}$  – nitrogênio amoniacial (mg L<sup>-1</sup>);

$N_{\text{nitrato}}$  – nitrogênio nítrico ( $\text{mg L}^{-1}$ ); e,

TR – taxa de recuperação do nitrogênio mineral pela cultura ( $\text{kg kg}^{-1}$ ).

A taxa de recuperação do nitrogênio mineral pela cultura (TR) varia conforme a profundidade do sistema radicular da cultura e método de aplicação (MATOS, 2017), assumindo valores entre 0,70-0,85  $\text{kg kg}^{-1}$  para aplicação superficial em culturas com sistema radicular extensivo, entre 0,30-0,50  $\text{kg kg}^{-1}$  para o arroz inundado e 0,5  $\text{kg kg}^{-1}$  para culturas anuais (Tabela 3).

Cultura	Absorção de N ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	Ciclo da Cultura (meses)	Profundidade efetiva (m)	TR ( $\text{kg kg}^{-1} \text{ano}^{-1}$ )
Abacaxi Vitória	77,51 <sup>(1)</sup>	26,10 <sup>(1)</sup>	0,30 <sup>(36)</sup>	0,50
Abóbora Tetsukabuto	51,00 <sup>(2)</sup>	3,30 <sup>(2)</sup>	0,50 <sup>(37)</sup>	0,50
Acerola	85,10 <sup>(3)</sup>	24,00 <sup>(3a)</sup>	0,70 <sup>(38)</sup>	0,50
Alface Elba	21,90 <sup>(4)</sup>	2,20 <sup>(4)</sup>	0,30 <sup>(39)</sup>	0,50
Algodão	30,00 <sup>(5)</sup>	4,70 <sup>(5)</sup>	0,60 <sup>(40)</sup>	0,50
Ameixeira Europeia	54,20 <sup>(6)</sup>	24,00 <sup>(6)</sup>	0,50 <sup>(41)</sup>	0,50
Arroz (irrigado)	86,10 <sup>(7)</sup>	3,90 <sup>(7)</sup>	0,20 <sup>(42)</sup>	0,30
Arroz (sequeiro)	48,00 <sup>(8)</sup>	3,80 <sup>(8)</sup>	0,35 <sup>(43)</sup>	0,70
Banana Cavendish	68,00 <sup>(9)</sup>	12,00 <sup>(9a)</sup>	0,40 <sup>(44)</sup>	0,85
Batata cv Atlantic	120,00 <sup>(10)</sup>	3,70 <sup>(10)</sup>	0,30 <sup>(45)</sup>	0,50
Beterraba Early Wonder	140,00 <sup>(11)</sup>	2,67 <sup>(11)</sup>	0,40 <sup>(46)</sup>	0,50
Cana-de-açúcar	254,00 <sup>(12)</sup>	12,00 <sup>(12)</sup>	0,40 <sup>(47)</sup>	0,70
Capim-elefante	800,00 <sup>(13)</sup>	12,00 <sup>(13)</sup>	0,50 <sup>(48)</sup>	0,85
Capim-guiné	560,00 <sup>(14)</sup>	12,00 <sup>(14)</sup>	0,50 <sup>(49)</sup>	0,85
Capim-pangola	400,00 <sup>(15)</sup>	12,00 <sup>(15)</sup>	0,50 <sup>(50)</sup>	0,85
Capim-pará	600,00 <sup>(16)</sup>	12,00 <sup>(16)</sup>	0,50 <sup>(51)</sup>	0,85
Cebola	116,65 <sup>(17)</sup>	5,60 <sup>(17)</sup>	0,30 <sup>(52)</sup>	0,50
Cebola Optima	38,73 <sup>(18)</sup>	5,00 <sup>(18)</sup>	0,30 <sup>(53)</sup>	0,50
Cenoura Forto	156,30 <sup>(19)</sup>	4,00 <sup>(19)</sup>	0,35 <sup>(54)</sup>	0,50
Coco Anão	110,00 <sup>(20)</sup>	11,00 <sup>(20a)</sup>	0,60 <sup>(55)</sup>	0,85
Coentro Verdão	27,50 <sup>(21)</sup>	1,20 <sup>(21)</sup>	0,25 <sup>(56)</sup>	0,70
Feijão Comum	49,70 <sup>(22)</sup>	2,70 <sup>(22)</sup>	0,40 <sup>(57)</sup>	0,70
Mamona	35,00 <sup>(23)</sup>	6,00 <sup>(23a)</sup>	0,30 <sup>(58)</sup>	0,50
Mandioca	42,00 <sup>(24)</sup>	16,00 <sup>(24a)</sup>	0,45 <sup>(59)</sup>	0,50
Maracujazeiro-amarelo	42,82 <sup>(25)</sup>	12,00 <sup>(25)</sup>	0,40 <sup>(60)</sup>	0,50
Melancia Tide	106,40 <sup>(26)</sup>	2,50 <sup>(26)</sup>	0,40 <sup>(61)</sup>	0,50
Melão Pele de Sapo	12,70 <sup>(27)</sup>	2,30 <sup>(27)</sup>	0,30 <sup>(62)</sup>	0,70
Milho	112,00 <sup>(28)</sup>	4,00 <sup>(28a)</sup>	0,40 <sup>(63)</sup>	0,70
Pimentão	23,05 <sup>(29)</sup>	3,70 <sup>(29a)</sup>	0,45 <sup>(64)</sup>	0,50
Soja	235,00 <sup>(30)</sup>	4,00 <sup>(30a)</sup>	0,45 <sup>(65)</sup>	0,70

Sorgo	200,00 <sup>(31)</sup>	3,50 <sup>(31a)</sup>	0,30 <sup>(66)</sup>	0,70
Taro “Chinês”	79,00 <sup>(32)</sup>	9,00 <sup>(32)</sup>	0,40 <sup>(67)</sup>	0,85
Tomate Gault	157,00 <sup>(33)</sup>	2,80 <sup>(33)</sup>	0,40 <sup>(68)</sup>	0,70
Tomate Pomerano	120,00 <sup>(34)</sup>	2,80 <sup>(34)</sup>	0,40 <sup>(69)</sup>	0,70
Trigo	160,00 <sup>(35)</sup>	3,60 <sup>(35a)</sup>	0,35 <sup>(70)</sup>	0,70

Tabela 3. Remoção de nitrogênio, ciclo e taxa de recuperação do nitrogênio mineral das culturas agrícolas adotados nos cálculos das doses únicas de referência.

Fonte: <sup>(1)</sup> PEGORARO et al., 2014; <sup>(2)</sup> VIDIGAL; PACHECO; FACION, 2007; <sup>(3)</sup> LIMA et al., 2008; <sup>(3a)</sup> BARBOZA et al., 1996; <sup>(4)</sup> PINHEIRO, 2015; <sup>(5)</sup>, <sup>(12)</sup>, <sup>(13)</sup>, <sup>(14)</sup>, <sup>(15)</sup>, <sup>(16)</sup>, <sup>(24)</sup>, <sup>(31)</sup>, <sup>(35)</sup> MATOS, 2014; <sup>(6)</sup> ROMBOLA et al., 2012; <sup>(7)</sup> SCIVITTARO et al., 2012; <sup>(8)</sup> CANTARELLA et al., 1996; <sup>(9)</sup> TEIXEIRA; RAIJ; BETTIOL NETO, 2008; <sup>(9a)</sup> FURLANETO et al., 2007; <sup>(10)</sup> YORINORI, 2003; <sup>(11)</sup> SEDIYAMA et al., 2011; VIDIGAL et al., 2010; <sup>(17)</sup> MAY et al., 2008; <sup>(19)</sup> CECÍLIO FILHO et al., 2013; <sup>(20)</sup> BENASSI et al., 2013; <sup>(20a)</sup> TEIXEIRA et al., 2005; <sup>(21)</sup> PINHEIRO, 2015; <sup>(22)</sup> MAGALHÃES et al., 2017; <sup>(23)</sup> SEVERINO et al., 2021; <sup>(23a)</sup> MELHORANÇA et al., 2005; <sup>(25)</sup> adaptado de MATTAR et al., 2018; <sup>(26)</sup> GRANGEIRO; CECÍLIO FILHO, 2004; <sup>(27)</sup> SILVA JÚNIOR et al., 2006; <sup>(28)</sup> FRANÇA et al., 2011; <sup>(28a)</sup> ANDRADE, 2006; <sup>(29)</sup> ALBUQUERQUE et al., 2012; <sup>(29a)</sup> SEDIYAMA et al., 2014; <sup>(30)</sup> KURIHARA et al., 2013; <sup>(30a)</sup> PACHECO, 2004; <sup>(31a)</sup> PARELLA et al., 2011; <sup>(32)</sup> OLIVEIRA; ARAÚJO; GUERRA, 2011; <sup>(33)</sup>, <sup>(34)</sup> TRANI et al., 2015; <sup>(36)</sup>, <sup>(37)</sup>, <sup>(38)</sup>, <sup>(45)</sup>, <sup>(46)</sup>, <sup>(52)</sup>, <sup>(53)</sup>, <sup>(54)</sup>, <sup>(57)</sup>, <sup>(60)</sup>, <sup>(61)</sup>, <sup>(62)</sup>, <sup>(63)</sup>, <sup>(64)</sup>, <sup>(68)</sup>, <sup>(69)</sup> SOUSA, 2011; <sup>(39)</sup>, <sup>(40)</sup>, <sup>(41)</sup>, <sup>(44)</sup>, <sup>(47)</sup>, <sup>(48)</sup>, <sup>(49)</sup>, <sup>(50)</sup>, <sup>(51)</sup>, <sup>(59)</sup>, <sup>(65)</sup>, <sup>(67)</sup>, <sup>(70)</sup> FERREIRA, (2011); <sup>(35a)</sup> TOMAZI et al., 2021; <sup>(42)</sup> ABICHEQUER, 2004; <sup>(43)</sup> AUGUSTO; SILVA, 1990; <sup>(55)</sup> SANTOS et al., 2003; <sup>(56)</sup> MARQUELLI; BRAGA, 2016; <sup>(58)</sup> NASCIMENTO et al., 2010; <sup>(66)</sup> MAGALHÃES et al., 2000.

O valor da taxa de mineralização anual do material orgânico ( $T_{m1}$ ) varia de 0,01 a 0,15 kg kg<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, sendo usualmente utilizado de 1 a 2 dag kg<sup>-1</sup>, ou seja, 0,01 a 0,02 kg kg<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, para material orgânico residual de cultivos agrícolas. Neste estudo foi adotada uma  $T_{m1}$  de 0,01 kg kg<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> por considerar a aplicação em dose única, uma vez que valores maiores da taxa de mineralização só seriam alcançados em função do acúmulo devido às aplicações anuais sucessivas. A taxa de mineralização do nitrogênio orgânico ( $T_{m2}$ ) adotada foi de 0,5 kg kg<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, conforme recomendação de Matos (2017) para resíduos orgânicos frescos produzidos por vacas leiteiras.

A fração do ano referente ao período de cultivo ( $n/12$ ) variou conforme o ciclo de cada uma das culturas (Tabela 3), considerando valor igual a 1 (um) para culturas perenes. O valor da profundidade ( $p$ ) utilizado nos cálculos das lâminas de fertirrigação variou conforme a profundidade efetiva do sistema radicular de cada uma das culturas.

MATOS (2014) recomenda que as taxas de aplicação não excedam o valor de 150 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> para o sódio e 504 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> para o potássio, tendo em vista a possibilidade de risco de salinização. Para avaliar se os valores encontravam-se dentro dos limites recomendados, a Quantidade de Nutriente Aplicada durante a fertirrigação (kg ha<sup>-1</sup>) foi calculada pela Equação 2.

$$\text{Quantidade de Nutriente Aplicada} = \frac{D_{AR} \times [X]}{10^3} \quad (2)$$

em que,

$D_{AR}$  – dose ou taxa de aplicação (m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>);

[X] – concentração de Sódio ou Potássio contida na água resíduária (mg L<sup>-1</sup>); e,

10<sup>3</sup> – valor utilizado na conversão de unidades.

A qualidade do efluente visando sua utilização na fertirrigação de culturas agrícolas foi avaliada pela Razão de Adsorção de Sódio (RAS), calculada pela Equação 3, proposta por Richards (1954):

$$\text{Quantidade de Nutriente Aplicada} = \frac{D_{AR} \times [X]}{10^3} \quad (2)$$

em que,

RAS – Razão de Adsorção de Sódio,

Na<sup>+</sup> – Concentração de sódio presente na ARB, em mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>;

Ca<sup>2+</sup> – Concentração de cálcio presente na ARB, em mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>; e,

Mg<sup>2+</sup> – Concentração de magnésio presente na ARB, em mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>.

A partir do valor da RAS e da condutividade elétrica da ARB foi realizada a classificação da ARB quanto ao risco de causar sodificação e salinização, tomando-se por base os modelos propostos por Richards (1954).

## RESULTADOS

Os valores de lâmina de fertirrigação (mm) recomendados para cada uma das 35 culturas agrícolas quando cultivadas em Argissolo e Planossolo são apresentados na Tabela 4, juntamente com os conteúdos de sódio e potássio aplicados ao se realizar a fertirrigação com base nessas doses.

Cultura	Rendimento (t ha <sup>-1</sup> )	Argissolo			Planossolo		
		Dose (mm)	K (kg ha <sup>-1</sup> )	Na	Dose (mm)	K (kg ha <sup>-1</sup> )	Na
Abacaxi Vitória	71,77 <sup>(1)</sup>	37,76	8,31	8,31	36,87	71,90	8,11
Abóbora Tetsukabuto	3,70 <sup>(2)</sup>	43,24	9,51	9,51	42,77	83,39	9,41
Acerola	37,49 <sup>(3)</sup>	37,67	8,29	8,29	36,49	71,16	8,03
Alface Elba	1,56 <sup>(4)</sup>	19,84	4,37	4,37	19,63	38,28	4,32
Algodão	0,80 <sup>(5)</sup>	16,95	3,73	3,73	16,33	31,83	3,59
Ameixeira Europeia	3,50 <sup>(6)</sup>	16,21	3,57	3,57	15,04	29,32	3,31
Arroz (irrigado)	8,40 <sup>(7)</sup>	117,39	25,83	25,83	116,99	228,13	25,74
Arroz (sequeiro)	4,00 <sup>(8)</sup>	29,58	6,51	6,51	29,23	57,00	6,43
Banana Cavendish	40,00 <sup>(9)</sup>	18,51	4,07	4,07	17,66	34,45	3,89
Batata cv Atlantic	36,50 <sup>(10)</sup>	112,39	24,73	24,73	112,00	218,39	24,64
Beterraba Early Wonder	34,22 <sup>(11)</sup>	140,12	30,83	30,83	139,72	272,45	30,74
Cana-de-açúcar	300,00 <sup>(12)</sup>	126,50	27,83	27,83	125,54	244,80	27,62
Capim-elefante	46,00 <sup>(13)</sup>	387,07	85,16	85,16	386,44	753,56	85,02

Capim-guiné	35,00 <sup>(14)</sup>	267,49	58,85	58,85	266,86	520,38	58,71
Capim-pangola	31,00 <sup>(15)</sup>	187,77	41,31	41,31	187,14	364,92	41,17
Capim-pará	30,00 <sup>(16)</sup>	287,42	63,23	63,23	286,79	559,24	63,09
Cebola	60,30 <sup>(17)</sup>	95,88	21,09	21,09	95,34	185,92	20,98
Cebola Optima	64,80 <sup>(18)</sup>	27,12	5,97	5,97	26,63	51,93	5,86
Cenoura Forto	72,00 <sup>(19)</sup>	144,41	31,77	31,77	143,93	280,66	31,66
Coco Anão	46,13 <sup>(20)</sup>	41,81	9,20	9,20	41,02	79,98	9,02
Coentro Verdão	3,39 <sup>(21)</sup>	21,36	4,70	4,70	21,27	41,49	4,68
Feijão Comum	16,30 <sup>(22)</sup>	33,52	7,37	7,37	33,22	64,77	7,31
Mamona	1,20 <sup>(23)</sup>	20,83	4,58	4,58	20,26	39,51	4,46
Mandioca	59,00 <sup>(24)</sup>	7,74	1,70	1,70	6,56	12,80	1,44
Maracujazeiro-amarelo	17,00 <sup>(25)</sup>	8,31	1,83	1,83	7,13	13,91	1,57
Melancia Tide	40,00 <sup>(26)</sup>	106,21	23,37	23,37	105,84	206,38	23,28
Melão Pele de Sapo	21,97 <sup>(27)</sup>	6,59	1,45	1,45	6,39	12,47	1,41
Milho	8,92 <sup>(28)</sup>	75,68	16,65	16,65	75,26	146,76	16,56
Pimentão	23,19 <sup>(29)</sup>	13,48	2,97	2,97	12,96	25,27	2,85
Soja	4,00 <sup>(30)</sup>	167,20	36,78	36,78	166,78	325,22	36,69
Sorgo	16,00 <sup>(31)</sup>	146,65	32,26	32,26	146,37	285,42	32,20
Taro "Chinês"	22,00 <sup>(31)</sup>	30,20	6,64	6,64	29,52	57,56	6,49
Tomate Gault	148,00 <sup>(33)</sup>	116,94	25,73	25,73	116,63	227,43	25,66
Tomate Pomerano	119,00 <sup>(34)</sup>	88,06	19,37	19,37	87,75	171,11	19,30
Trigo	10,00 <sup>(35)</sup>	114,82	25,26	25,26	114,48	223,23	25,19

Tabela 4. Doses únicas de ARB (mm) calculadas para o fornecimento exigido de N para obtenção de máxima produtividade de culturas agrícolas comerciais e conteúdo de sódio e potássio contidos nas doses de ARB calculadas.

Fonte: <sup>(1)</sup> PEGORARO et al., 2014; <sup>(2)</sup> VIDIGAL; PACHECO; FACION, 2007; <sup>(3)</sup> LIMA et al., 2008; <sup>(4)</sup> PINHEIRO, 2015; <sup>(5), (12), (13), (14), (15), (16)</sup> MATOS, 2014; <sup>(6)</sup> ROMBOLA et al., 2012; <sup>(7)</sup> SCIVITTARO et al., 2012; <sup>(8)</sup> CANTARELLA et al., 1996; <sup>(9)</sup> TEIXEIRA; RAIJ; BETTIOL NETO, 2008; <sup>(10)</sup> YORINORI, 2003; <sup>(11)</sup> SEDIYAMA et al., 2011; VIDIGAL et al., 2010; <sup>(17), (18)</sup> MAY et al., 2008; <sup>(19)</sup> CECÍLIO FILHO et al., 2013; <sup>(20)</sup> BENASSI et al., 2013; <sup>(21)</sup> PINHEIRO, 2015; <sup>(22)</sup> MAGALHÃES et al., 2017; <sup>(23)</sup> SEVERINO et al., 2021; <sup>(24)</sup> MATOS, 2014; <sup>(25)</sup> adaptado de MATTAR et al., 2018; <sup>(26)</sup> GRANGEIRO; CECÍLIO FILHO, 2004; <sup>(27)</sup> SILVA JÚNIOR et al., 2006; <sup>(28)</sup> FRANÇA et al., 2011; <sup>(29)</sup> ALBUQUERQUE et al., 2012; <sup>(30)</sup> KURIHARA et al., 2013; <sup>(31)</sup> MATOS, 2014; <sup>(32)</sup> OLIVEIRA; ARAÚJO; GUERRA, 2011; <sup>(33), (34)</sup> TRANI et al., 2015; <sup>(35)</sup> MATOS, 2014.

As maiores doses recomendadas para os dois tipos de solo foram calculadas para o Capim-elefante (387,07 mm para o Argissolo e 386,44 mm para Planossolo), seguidas pelo Capim-pará (287,42 mm e 286,79 mm) e Capim-guiné (267,49 mm e 266,86 mm), respectivamente.

As taxas de absorção de nitrogênio dessas 3 culturas são as maiores dentre todas as outras avaliadas, contribuindo para a recomendação das maiores lâminas de fertirrigação com ARB. Esses resultados indicam que essas culturas possuem potencial para extrair nitrogênio do solo, sendo recomendadas para a produção de biomassa a partir da aplicação

de água residuária. Por outro lado, o melão pele de sapo (6,59 mm para o Argissolo e 6,39 mm para Planossolo), a mandioca (7,74 mm e 6,56 mm) e o maracujazeiro-amarelo (8,31 mm e 7,13 mm) foram as culturas que apresentaram as menores lâminas de fertirrigação para os dois solos estudados.

A menor relação entre absorção de nitrogênio e ciclo da mandioca e do maracujazeiro amarelo contribuíram para os menores valores de dose, uma vez que o cálculo também engloba o tempo disponível para a cultura absorver o nitrogênio. Assim, apesar dessas culturas não serem as que apresentaram a menor absorção de N dentre todas as demais, elas são as que absorvem o N em um ciclo maior.

O melão pele de sapo, além de apresentar o menor valor de absorção de N para a produtividade máxima, sua maior taxa de recuperação de nitrogênio mineral (TR) também contribuiu para que apresentasse a menor recomendação de lâmina de fertirrigação com ARB. Esse fato pode ser observado ao comparar as doses obtidas (de 6,59 mm para o Argissolo e de 6,39 mm para o planossolo) com as doses calculadas para a alface elba, por exemplo, que mesmo possuindo o segundo menor valor de absorção de N e ciclo de cultivo semelhante, porém com uma TR menor, apresentou uma lâmina três vezes superior à calculada para o melão pele de sapo.

A influência da TR no cálculo da lâmina também pode ser notada ao se comparar as doses calculadas para o arroz irrigado e para a cultura do trigo. Mesmo o trigo possuindo remoção de nitrogênio quase duas vezes superior à do arroz (160 e 86,10 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente), o menor valor de TR do arroz (devido às maiores perdas de N apresentadas pela cultura sob irrigação) contribuiu para que o mesmo apresentasse lâmina semelhante à calculada para o trigo.

Conforme a classificação proposta por Richards (1954), a condutividade elétrica observada para a ARB caracterizada no presente trabalho indica uma baixa probabilidade da ocorrência de problemas relacionados à salinidade com seu uso. Com relação aos riscos de sodificação, o valor de RAS calculado para o efluente tratado (0,59) indica baixo risco de sodificação, uma vez que encontra-se dentro da classificação ( $RAS \leq 32,19 - 4,44 \log CE$ ). Contudo, em caso de aplicação de doses em ciclos subsequentes, torna-se importante o monitoramento da água do solo, visando manter suas condições químicas sempre dentro do recomendado tecnicamente.

Quanto aos conteúdos de sódio e potássio aplicados no solo a partir de sua fertirrigação com as doses de ARB calculadas foi possível observar que para nenhum dos dois solos, a quantidade de sódio a ser fornecida com a aplicação da ARB ultrapassou o limite máximo proposto por Matos (2014), de 150 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Porém, o teor limitante de potássio proposto na literatura (504 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) foi excedido pelo capim elefante, capim-pará e capim-guiné, em ambos os solos. Esses resultados indicam a necessidade de recalcular as lâminas de aplicação tomando como referência as quantidades de potássio requeridas por cada uma dessas culturas.

Teixeira et al. (2017) avaliaram os efeitos da aplicação contínua de ARB sobre as propriedades químicas do percolado em diferentes profundidades do solo, em Brazópolis, Minas Gerais. Também avaliaram o efeito do biofertilizante na produção de capim Brachiaria com a análise da massa de vegetal da forragem. A partir dos resultados obtidos, os autores notaram um acréscimo na produção de matéria seca total (MST) propiciada pela adição de água residuária da bovinocultura nas 33 parcelas avaliadas, atingindo 753,29 g. Na parcela testemunha, a produção de MST foi de 133,1 g. Os autores também observaram uma melhora na fertilidade do solo a partir da aplicação de ARB na pastagem degradada, com acréscimo dos níveis de pH, P, K, Ca, matéria orgânica (MO) e níveis de CTC do solo.

Ao avaliarem o efeito residual da fertirrigação com diferentes porcentagens de ARB na qualidade de um solo argilo-arenoso, Bortoni et al. (2018) notaram que a água residuária de bovinocultura além de elevar a fertilidade do solo, também gerou um aumento no desenvolvimento do rabanete (*Raphanussativus*), utilizado como bioindicador para avaliação, quando comparados ao tratamento controle. Porém, a aplicação de doses superiores de ARB promoveu um decréscimo no desempenho da cultura, provavelmente, ocasionado pelo aumento expressivo das concentrações de sódio no solo.

Erthal (2008) verificou que as taxas de ARB aplicadas em um Argissolo Vermelho Eutrófico não ocasionaram problema de salinização do solo, apesar de ter observado aumentos do percentual de argila dispersa em água (ADA) na camada de 0-10 cm e das concentrações de cálcio, magnésio e potássio trocáveis também nas camadas superficiais do solo. O autor destacou que esses resultados apontam a importância de monitorar o teor de K<sup>+</sup> ou, do índice de saturação por potássio (ISK) no solo, assim como também usá-los como referência na indicação das doses de ARB aplicadas.

## CONCLUSÕES

Após tratamento em reator UASB, a fertirrigação com ARB anaerobiamente digerida pode possibilitar incrementos na produção agrícola ao servir como fonte de nutrientes para as culturas, desde que a aplicação seja bem manejada.

Dentre as culturas analisadas, o melão pele de sapo, a mandioca e o maracujazeiro-amarelo foram as culturas que apresentaram, nessa ordem, as menores recomendações de lâmina de fertirrigação com a ARB no presente trabalho.

O capim-elefante, capim-pará e capim-guiné apresentaram os maiores valores de lâmina de recomendação de fertirrigação, demonstrando que possuem potencial para serem utilizadas para extrair N do solo de forma mais eficiente.

## REFERÊNCIAS

ABICHEQUER, A. D.; BOHNEN, H. **Morfologia e distribuição de raízes de arroz irrigado por inundaçao e sua relação com a absorção de nutrientes e o rendimento de grãos.** Pesquisa Agropecuária Gaúcha, v. 14, n. 1, p. 13-20, 2004.

ALBUQUERQUE, F. S et al. **Nutrientes minerais em pimentão fertirrigado sob lâminas de irrigação e doses de potássio.** Horticultura Brasileira, v. 30, n.4, p. 681-687, 2012.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION – AWWA; WATER ENVIRONMENT FEDERATION – WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater.** 22. ed. Washington: APHA/AWWA/WEF, 2012. 1.220 p.

ANDRADE C. L. T.; ALBUQUERQUE P. E. P., BRITO R. A. L., RESENDE M. **Viabilidade e manejo da irrigação da cultura do milho** [internet]. Sete Lagoas, MG: Embrapa. 2006.

AUGUSTO, S. G.; SILVA, J. G. F. da. **Manejo de irrigação para as culturas de feijão, milho e arroz de sequeiro favorecido.** Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária; 1990.

BARBOZA, S. B. S. C.; TAVARES, E. D.; MELO, M. B. **Instruções para o cultivo da acerola.** Aracaju - SE: EMBRAPA, 1996.

BENASSI, A. C.; FANTON, C. J.; SANTANA, E. N. de. **O cultivo do coqueiro-anão: Tecnologias de produção.** Vitória, ES: INCAPER, 2013. 120 p.

BORTONI, S. F.; SILVA, J. B. G.; SOUSA, C. P. DE. **Efeito residual da fertirrigação com água resíduária de bovinocultura na qualidade de um solo argilo-arenoso.** Revista Engenharia na Agricultura, v. 26, n. 5, p. 452-463, 2018.

CAMPOS, A. T. et. al. **Tratamento biológico aeróbio e reciclagem de dejetos de bovinos em sistema intensivo de produção de leite.** Ciência e agrotecnologia, Lavras, v. 26, n. 2, p. 426- 438, 2002.

CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. & FURLANI, A.M.C., eds. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo.** 2.ed. Campinas, Instituto Agronômico/Fundação IAC, 1996. p.43-71 (Boletim Técnico, 100).

CECÍLIO FILHO, A.B.; PEIXOTO, F.C. **Acúmulo e exportação de nutrientes em cenoura 'Forte'.** Revista Caatinga, v. 26, n. 1, p. 64-70, 2013.

ERTHAL, V. J. T. **Fertirrigação de capim-Tifton 85 e a aveia preta com águas resíduárias de bovinocultura: efeitos no solo e nas plantas.** UFV: Viçosa MG, 2008. 96p.

FERREIRA, V. M. **Técnico Agropecuário: Irrigação e Drenagem.** Ed. Floriano, 2001.

FRANÇA, S. et al. **Nitrogênio disponível ao milho: crescimento, absorção e rendimento de grãos.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 15, p. 1143–1151, 2011.

FURLANETO, F. P. B.; MARTINS, A. N.; ESPERANCINI, M. S. T. **Análise econômica da bananicultura, cultivares do subgrupo cavendish, na região do Médio Paranapanema, estado de São Paulo.** Informações Econômicas, v. 37, n. 2, p. 22-9, 2007.

GRANGEIRO, L. C.; CECÍLIO FILHO, A. B. **Acúmulo e exportação de macronutrientes pelo híbrido de melancia Tide.** Horticultura brasileira, v. 22, n. 1, p. 93-97, 2004.

KURIHARA, C. H. et al. **Acúmulo de matéria seca e nutrientes em soja, como variável do potencial produtivo.** Revista Ceres, v. 60, p. 690-698, 2013.

LIMA, R. DE L. S. DE et al. **Exportação de nutrientes minerais por frutos de aceroleira colhidos em diferentes épocas do ano.** Revista Brasileira de Fruticultura, v. 30, p. 806– 811, 2008.

MAGALHÃES, I. DE P. B. et al. **Produtividade e exportação de nutrientes em feijão- vagem adubado com esterco de galinha.** Revista Ceres, v. 64, p. 98-107, 2017.

MAGALHÃES, P. C.; DURAES, F.; SCHAFFERT, R. E. **Fisiologia da planta de sorgo.** Sete Lagoas: EMBRAPA, 2000, 46p. Circular Técnica, 3.

MAROUELLI, W. A.; BRAGA, M. B. **Método prático do tato-aparência do solo para manejo de irrigação em hortaliças.** Brasília: Embrapa Hortaliças, (Circular Técnica, 146), 2016. 20 p.

MATOS, A. T. DE et al. **Produtividade e composição química do capim-Tifton 85 submetido a diferentes taxas de aplicação do percolado de resíduo sólido urbano.** Engenharia Agrícola, v. 33, p. 188–200, 2013.

MATOS, A. T.; MATOS, M. P. **Disposição de Águas Residuárias no Solo e em Sistemas Alagados Construídos.** 1 ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2017. 371p.

MATOS, A.T. de. **Tratamento e aproveitamento agrícola de resíduos sólidos.** Viçosa: Ed. UFV, 2014. 241p.

MATTAR, G. S. et al. **Accumulation and exportation of nutrients by yellow Passion fruit cv. IAC 275.** Revista Brasileira de Fruticultura, v. 40, n. 3, p. 1-10, 2018.

MAY, A. et al. **Acúmulo de macronutrientes por duas cultivares de cebola produzidas em sistema de semeadura direta.** Bragantia, v. 67, p. 507–512, 2008.

MELHORANÇA, A. L.; STAUT, T. A.; RICHETTI, A. **Indicações técnicas para a cultura da mamona no Mato Grosso do Sul.** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005. 65p.

MENDONÇA, H. V. DE et al. **Crescimento de Cana-de-Açúcar sob Aplicação de Biofertilizante da Bovinocultura e Ureia.** Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, v. 9, n. 4, p. 973–987, 2016.

MENEZES, L. A. N.; DE MATOS, A. T. **Nota Técnica: Condutividade elétrica do solo em função da dose de aplicação de água resíduária em áreas de fertirrigação.** Revista Engenharia na Agricultura, v. 26, n. 4, p. 383-389, 2018.

NASCIMENTO, A. H. C. et al. **Desenvolvimento da mamoneira com diferentes níveis de calagem em um Latossolo Vermelho Amarelo compactado.** Revista Brasileira Ciências Agrárias, v. 5, n. 2, p. 163-169, 2010.

OLIVEIRA, F. L. DE; ARAÚJO, A. P.; GUERRA, J. G. M. **Crescimento e acumulação de nutrientes em plantas de taro sob níveis de sombreamento artificial.** Horticultura Brasileira, v. 29, p. 292-298, 2011.

OTENIO, M. H. et al. **Aplicação de biofertilizante de água resíduária da bovinocultura leiteira na cultura do milho.** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2018. 9p. (Embrapa Gado de Leite. Comunicado Técnico, 86).

PACHECO, N. A.; BASTOS, T. X.; EL HUSNY, J. C. **Identificação de período de risco climático para a semeadura da soa no município de Paragominas, PA.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 13., 2004. Fortaleza. Meteorologia e o desenvolvimento sustentável: anais. Fortaleza, 2004.

PARELLA, R.A.C. et al. **BRS 511 – Variedade de Sorgo Sacarino para Produção de Etanol.** Sete Lagoas: EMBRAPA, 2011.

PEGORARO, R. F. et al. **Macronutrient uptake, accumulation and export by the irrigated “vitória” pineapple plant.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 38, p. 896-904, 2014.

PINHEIRO, D. T. **Estresse salino no potencial fisiológico de sementes e no desenvolvimento vegetativo de melão (Cucumis melo L.).** 2015. 61 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2015.

PINHEIRO, J. I. **Acúmulo e exportação de N P K em plantas de alface e coentro produzidas em sistema orgânico.** Monografia- Universidade Federal do Ceará, Departamento de Ciências do solo, Ceará, 2015.

PIRES, C. S. **Tratamento da água residuária da bovinocultura de leite utilizando coagulante natural e filtro orgânico.** 2020. 67 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola e Ambiental) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ, 2020.

RICHARDS, L.A. **Diagnosis improvements of saline and alkaline soils.** Washington, Departament of Agriculture, 1954. 160p.

ROMBOLA, A. D. et al. **Nutrição e manejo do solo em fruteiras de caroço em regiões de clima temperado.** Semina: Ciências Agrárias, v. 33, n. 2, p. 639-654, 2012.

SANTOS, A. B. DOS; FAGERIA, N. K.; ZIMMERMANN, F. J. P. **Atributos químicos do solo afetado pelo manejo da água e do fertilizante potássico na cultura de arroz irrigado.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 6, p. 12-16, 2002.

SCIVITTARO, W.B. et al. **Manejo da adubação nitrogenada para o arroz irrigado por aspersão.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2012. 26 p. (Embrapa Clima Temperado. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 177).

SEDIYAMA, M. A. N. et al. **Nutrição e produtividade de plantas de pimentão colorido, adubadas com biofertilizante de suíno.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 18, p. 588-594, 2014.

SEDIYAMA, M. A. N. et al. **Produtividade e exportação de nutrientes em beterraba cultivada com cobertura morta e adubação orgânica.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 15, p. 883-889, 2011.

SEVERINO, L. S. et al. **Marcha de absorção de macronutrientes na mamoneira híbrida de porte baixo em Mato Grosso.** Campina Grande: Embrapa Gado de Leite. 2021. 12p. (Embrapa Algodão. Comunicado Técnico, 371).

SILVA JÚNIOR, M. J. DA et al. **Acúmulo de matéria seca e absorção de nutrientes pelo meloeiro “pele-de-sapo”.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 10, p. 364-368, 2006.

SILVA, H. M. D. **Metassíntese de aplicações de água resíduária da bovinocultura com ênfase nos atributos de solos.** 2021. 88 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Irrigação e Drenagem) - Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Botucatu, 2021.

SOUSA, V. F. et al. **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças.** 1. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. 771 p.

SOUZA, W. J. **Resíduos: conceitos e definições para manejo, tratamento e destinação.** Piracicaba: FEALQ, 2012.

TEIXEIRA, F. O. P. et al. **Efeito da disposição de efluentes da bovinocultura no solo e na biomassa vegetal.** Revista Engenharia na Agricultura-REVENG, v. 25, n. 4, p. 326- 335, 2017.

TEIXEIRA, L. A. J. et al. **Adubação com NPK em coqueiro anão-verde (*Cocos nucifera L.*): atributos químicos do solo e nutrição da planta.** Revista Brasileira de Fruticultura, v. 27, n. 1, p. 115–119, 2005.

TEIXEIRA, L. A. J.; RAIJ, B. V.; BETTIOL NETO, J. E. **Estimativa das necessidades nutricionais de bananeiras do subgrupo Cavendish cultivadas no Estado de São Paulo.** Revista Brasileira de Fruticultura, v. 30, p. 540-545, 2008.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solo.** 3. ed. rev. e ampl. EMBRAPA, 2017. 573p.

TOMAZI, C. V.; BORSOI, A.; FABIAN, F. M. **Produtividade e características agronômicas do trigo mourisco (*Fagopyrum esculentum*) em função da aplicação de nitrogênio em cobertura.** Revista Cultivando o Saber, p. 13–23, 2021.

TRANI, P. E. et al. **Calagem e adubação do tomate de mesa.** Campinas: Instituto Agronômico. Boletim Técnico IAC, v. 215, 2015.

VIDIGAL, S. M. et al. **Produtividade de cebola em cultivo orgânico utilizando composto à base de dejetos de suínos.** Horticultura Brasileira, v. 28, p. 168–173, 2010.

VIDIGAL, S. M.; PACHECO, D. D.; FACION, C. E. **Crescimento e acúmulo de nutrientes pela abóbora híbrida tipo Tetsukabuto.** Horticultura Brasileira, v. 25, p. 375- 380, 2007.

YORINORI, G. T. **Curva de crescimento e acúmulo de nutrientes pela cultura da batata cv. 'Atlantic'.** 2003. 66 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Solos e nutrição de plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.

## CAPÍTULO 5

# PROSPECÇÃO DE ALTERNATIVAS DE CONTROLE QUÍMICO PARA A PRAGA QUARENTENÁRIA AUSENTE *BACTROCERA DORSALIS*

---

*Data de submissão: 27/07/2023*

*Data de aceite: 01/09/2023*

### **Vera Lucia Ferracini**

Embrapa Meio Ambiente  
Jaguariúna, São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/6614285934767123>

### **Maria Conceição Peres Young Pessoa**

Embrapa Meio Ambiente  
Jaguariúna, São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/7609273004875279>

### **Rafael Mingoti**

Embrapa Territorial  
Campinas, São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/3479283038505977>

### **Giovanna Galhardo Ramos**

Bolsista Embrapa Meio Ambiente/  
Graduanda Medicina Veterinária-UNIFAJ  
(período: março/2020 a julho/2021)  
Jaguariúna, São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/9267496163655298>

### **Bárbara de Oliveira Jacomo**

Bolsista Embrapa Territorial/Graduanda  
Ciências Biológicas-UNICAMP (período:  
novembro/2019 a julho/2021)  
Campinas, São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/9208682264184448>

### **Marco Antonio Ferreira Gomes**

Embrapa Meio Ambiente  
Jaguariúna, São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/5589120793657544>

### **Jeanne Scardini Marinho-Prado**

Laboratório de Quarentena “Costa Lima”/  
Embrapa Meio Ambiente  
Jaguariúna- São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/8742593129238690>

### **Tainara Gimenes Damaceno**

Bolsista Embrapa Territorial/Graduanda  
Geografia- UNICAMP  
(período: fevereiro/2020 a  
dezembro/2021)  
Campinas – São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/7865891732563110>

### **Catarina de Araújo Siqueira**

Bolsista Embrapa Territorial/Graduanda  
Eng. Ambiental e Sanitária- PUCCamp  
(período: fevereiro/2019 a  
dezembro/2020)  
Campinas – São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/1756072292762781>

### **Beatriz de Aguiar Giordano Paranhos**

Embrapa Semiárido  
Petrolina, Pernambuco  
<http://lattes.cnpq.br/6606136052148527>

**RESUMO:** Este trabalho apresenta a prospecção de alternativas para o controle químico da praga quarentenária ausente (PQA) *Bactrocera dorsalis* Hendel, 1912

(Diptera: Tephritidae) para apoiar planos de manejo integrado, em caso de sua entrada no Brasil. Vinte e quatro princípios ativos (p.a.) de agrotóxicos utilizados no controle da praga no exterior foram identificados em literatura internacional. O potencial de transporte (lixiviação e escoamento superficial (*runoff*)) de cada p.a. foi avaliado utilizando modelos matemáticos *screening* do Índice de GUS e dos métodos de GOSS e de Cohen. Propriedades físico-químicas de cada p.a. foram recuperadas de literatura e bases de dados. Informações de áreas nacionais com a presença de aquíferos livres, solos porosos e pluviosidades maiores que 250 mm.ano<sup>-1</sup> foram obtidas de zoneamento territorial brasileiro já disponibilizado pela Embrapa. O impacto de cada p.a. em abelhas também foi apresentado, assim como p.a. banidos do Brasil, considerando literatura e bases de dados. Os resultados indicaram cautela com 15 p.a., devido ao potencial de lixiviação, e com 12 p.a. devido ao potencial de *runoff* (adsorvidos ao sedimento de solo). Os resultados subsidiam futuras políticas públicas de defesa fitossanitária com foco na PQA *Bactrocera dorsalis* e na sustentabilidade ambiental das áreas agrícolas brasileiras.

**PALAVRAS-CHAVE:** controle; modelos screening; mosca-das-frutas; praga quarentenária; Brasil.

## PROSPECTION OF ALTERNATIVES OF THE CHEMICAL CONTROL FOR THE ABSENT QUARANTINE PEST *BACTROCERA DORSALIS*

**ABSTRACT:** This work presents the prospectation of alternatives for chemical control of the absent quarantine pest (AQP) *Bactrocera dorsalis* Hendel, 1912 (Diptera: Tephritidae) in order to support plans for integrated pest management in the event of its incursion in Brazil. Twenty-four active ingredients (a.i.) of pesticides used for the control of the pest abroad were identified in international literature. The potential for each a.i. transport (leaching and run-off) was evaluated using screening mathematical modellings, such as the GUS index and the GOSS and Cohen methods. The physical-chemical properties of the a.i. were retrieved from literature and databases. Information on areas with the presence of non-confined aquifers, of porous soils, and of pluviosity greater than 250 mm.year<sup>-1</sup> was obtained from a Brazilian territorial zoning map already made available by Embrapa. The impact of each a.i. on bees was also presented, as well as the banned a.i. in the Brazi, both according literatures and databases. The results indicated caution with 15 a.i., due to their leaching' potential, and with 12 a.i. due to run-off potential (adsorbed to the soil sediment). The results subsidize future public policies of phytosanitary defense focusing on the AQP *Bactrocera dorsalis* and on the environmental sustainability of Brazilian crop areas.

**KEYWORDS:** control; screening models; fruit flies; Quarantine pest; Brazil.

## 1 | INTRODUÇÃO

*Bactrocera dorsalis* Hendel, 1912 (Diptera: Tephritidae) é um inseto-praga exótico, polífago, considerado praga quarentenária ausente (PQA) no Brasil, conforme a Portaria SDA nº 617 de 11 de julho de 2022 (BRASIL, 2022). O inseto é uma das 20 espécies de PQA priorizadas para pesquisas, pela Embrapa e Ministério da Agricultura, Pecuária

e Abastecimento (MAPA) (FIDELIS et al., 2018). A prospecção de estratégias de controle (químico, biológico e cultural) já utilizados no manejo da praga no exterior apoia as estratégias preventivas de defesa fitossanitária nacional, em caso de sua entrada no Brasil.

Com atenção ao uso de controle químico, a seleção de agrotóxicos deve ser realizada considerando os **princípios ativos (p.a.)**, ou ingredientes ativos, autorizados pelo país para uso no controle da praga em cultivos-alvo, assim como o local e a tecnologia de aplicação, dado o efeito tóxico desses compostos à saúde humana e ao meio ambiente (GARCIA, 2001; GOMES & PESSOA, 2010; FRIEDRICH et al., 2021; MEDEIROS, ACAYABA & MONTAGNER, 2021). O risco de contaminação de água e solo por transporte de p.a. é intensificado em áreas com a ocorrência de solos porosos, presença de aquíferos livres e pluviosidades anuais igual ou superior a 250 mm.ano<sup>-1</sup>, onde tais condições favorecem a lixiviação e/ou o escoamento superficial (*run-off*) (SILVA & FAY, 2004; GOMES & PESSOA, 2010). Acrescentam-se as contaminações, diretas e indiretas, de p.a. aos organismos não-alvo (polinizadores, inimigos naturais nativos e agentes de controle biológico) (DEL SARTO, 2003; USA.MS.MDA, 2021). Assim, orientar a seleção de p.a. para uso nas estratégias de controle químico é de fundamental importância (FERRACINI et al., 2020, 2022).

Este trabalho apresenta a prospecção de alternativas para o controle químico da PQA *Bactrocera dorsalis*, considerando seus potenciais de transporte (lixiviação e/ou escoamento superficial (*run-off*)) e de toxicidades a abelhas, e a presença, ou não, de áreas frágeis nacionais, para apoiar planos de manejo integrado, em caso de sua entrada no Brasil.

## 2 | CONTROLE QUÍMICO E AVALIAÇÃO DE POTENCIAL DE TRANSPORTE POR MODELOS SCREENING

Os p.a. de agrotóxicos já utilizados no exterior para o controle de *B. dorsalis*, bem como seus respectivos parâmetros físico-químicos e toxicidades às abelhas, foram recuperados de bases de dados e/ou literatura técnica nacional e internacional (INCHEM, 1983, 1990, 1992, 2019, 2020, 2022; USA.EPA, 1987, 1994, 1999; EUROPEAN UNION, 1998, 2006, 2010, 2016, 2019, 2020, 2021, 2022; WHO, 2004, 2011, 2016, 2019; LONG, GAN & NETT, 2005; WEBER et al. 2010; MOREIRA et al., 2007; VARGAS et al., 2007; HARPER et al., 2009; JACKSON et al., 2009; CHEN & YE, 2008, 2017; GABER & STEEGER, 2008; AKCA et al., 2009; BRASIL.ANVISA, 2009, 2026, 2022a,b; DEL SARTO, 2009; MILHOME et al., 2009; KANEKO, 2010; ANDRADE et al., 2011; LIN et al., 2011; MONTANHA & PIMPÃO, 2012; UNEP, 2012; KURWADKAR et al., 2013; BOND, BUHL & STONE, 2014; WENZEL & SHEMOTYUK, 2014; DUAVÍ et al., 2015; HALL et al., 2015; LIU et al., 2015, 2019; PARANJAPE et al. 2015; VARGAS, PIÑERO & LEBLANC, 2015; AKAY, 2016; DUARTE et al., 2016; SOARES, FARIA & ROSA, 2017; WEI et al., 2017; KNAPIK, 2018; MANRAKHAN, VENTER & HATTINGH, 2018; SILVA et al., 2018; IICA, 2019; JACOB,

2019; KOLUPAEVA et al. 2019; MARQUES et al, 2019; AGROLINK, 2020a,b; KUMAR, SINGH & NAGARAJAYAH, 2020; EXTOXNET, 1996, 2020, 2021, 2022, 2023; USA. DHHS, 2003; EU.ECHA, 2019, 2020, 2021, 2022; PUBCHEM, 2020, 2021, 2022, 2023; HE et al., 2021; MDA, 2021; PAN\_NORTH AMERICA, 2021; PAN, 2021; SAGE PESTICIDES, 2021; PPDB, 2020, 2021, 2022, 2023; CHEMICALBOOK, 2022; SYNGENTA, 2022; UCLA/DAVIS, 2022; FLUORIDE ACTION NETWORK PESTICIDE PROJECT, 2022, 2023).

Vinte e quatro princípios ativos (p.a.) foram identificados, a saber: **abamectina, betacipermetrina, carbosulfano, ciantraniliprole, cialotrina, cipermetrina, ciromazina, clorpirifós, ciflutrina, deltametrina, diazinona, diclorvós, endossulfam, espinosade, fenitrotiona, fipronil, formotiom, foxim, fosfina, isazofós, malationa, naleda, quinalfós e triclorfom**. A avaliação do potencial de transporte desses p.a. foi realizada por modelos *screening*, a saber do Índice de GUS (GUSTAFSON, 1989) e dos métodos de GOSS (GOSS, 1992) e de Cohen et al. (1995) (utilizado pela USA-Environmental Protection Agency (EPA)). O **Índice de GUS** requereu a meia-vida do p.a. em solo ( $t_{1/2}$  solo, em dias) e o coeficiente de adsorção ao carbono orgânico do solo (Koc, em  $\text{mL.g}^{-1}$ ), para fornecer o índice de GUS e, posteriormente, a classificação do p.a. em “não sofre lixiviação”, “faixa de transição” ou à “provável lixiviação”. O **método de GOSS** demandou, além das informações de GUS, a solubilidade em água (em  $\text{mg.L}^{-1}$ ) do p.a. para classifica-lo quanto ao potencial de transporte associado ao sedimento (solo) ou dissolvido em água. Quando associado ao sedimento, o p.a. apresenta maior risco ao transporte por escoamento superficial por partículas de solo (erosão ou carreamento por chuva). Quando dissolvido em água, existe maior risco ao transporte do p.a. por lixiviação (transportado no perfil vertical do solo) e, assim, atingir camadas mais profundas do solo e, consequentemente, lençóis de águas subterrâneos subsuperficiais ou profundos. Por Goss, esses potenciais de transporte são classificados, separadamente, em alto potencial (“A”), médio potencial (“M”) ou baixo potencial (“B”), de acordo com regras (GOSS, 1992). O **método de Cohen et al. (1995)**, conhecido também por método EPA, requereu todas as informações de entrada dos métodos anteriores, acrescidas a constante de Henry (em  $\text{Pa.m}^3.\text{mol}^{-1}$ ) e a meia vida em água ( $t_{1/2}$  água, em dias). As informações utilizadas são apresentadas a seguir (**Tabela 1**). O método de Cohen (EPA) também demandou conhecer áreas com presença de solos porosos, aquíferos livres (não confinados) e de pluviosidades superiores a 250  $\text{mm.ano}^{-1}$ , aqui citadas como áreas frágeis. Assim, o zoneamento territorial de áreas aptas a *B. dorsalis*, em pelo menos um mês do ano, em cultivos hospedeiros de abacate, banana, cacau, café, caju, caqui, laranja, limão, tangerina, feijão, goiaba, maçã, mamão, manga, maracujá, melão, melancia ou tomate localizados em áreas frágeis, elaborado pelo Projeto Defesalnsetos (EMBRAPA SEG. 40.18.03.007.00.00), foi utilizado.

Princípio Ativo	Solubilidade em água (ppm-ug/mL-mg/L)	Koc	(mL/g)	kH	(Pam3/mol)	t1/2 solo (dias)	t1/2 água (dias)	(dias)	Referências
Abamectina	1,21 ; 5,0	5000		2,70E-03	8,0 a 21,0 horas ; 1,0 ; <1,0 a 1,8 ; 28,0		2,4 ; 4,0		EXTONNET, 2021; IICA, 2019; LIU et al., 2019; WEI et al., 2017; AGROLINK, 2020a; LONG, GAN & NETT, 2005; EU, 1998
Beta-cipermetrina	0,002 ; 1,2E-03	64300		8,1E-03		13	1		LIU et al., 2019; WEI et al., 2017; THE PPDB, 2021; ANDRADE et al., 2011
Carbosulfano	0,11	9489	0,12	0,124		21	0,5		THE PPDB, 2021; IICA, 2019; MILHOME et al., 2009
Ciantraniliprole	14,2	241		1,70E-13		32,4	1,8		SYNGENTA, 2022; THE PPDB, 2021; LIU et al., 2019
Cialotrina	120000 ; 180000 ; 0,004 ; 0,005	120000 ; 180000 ; 60000 a 182000		1,8E-02 ; 1,5E-06 atm ; 1,4E-05 atm		57	7		FLUORIDE ACTION NETWORK PESTICIDE PROJECT, 2022; NIH, 2022; THE PPDB, 2021; IICA, 2019; LIU et al., 2019; KANEKO, 2010
Cipermetrina	4,0E-03 ; 9,0E-03	1,60E+05		2,00E-02		60	14		IPCS INCHEM, 2022; EXTONNET, 2021; ICA, 2019; LIU et al., 2019; SOARES, FARIA & ROSA, 2017; MONTANHA & PIMPÃO, 2012
Cirimazina	13000	765 (81 a 1800) ; 768 (79 a 1784)		5,8E-09 ; 5,65E-14 atm	9,7 ; 31,8 ; 93 ; 107; 142; 189 (75 a 284)	14,5 ; 16,0			NIH, 2022; ANVISA, 2020; IICA, 2019; THE PPDB, 2021; EU, 2016
Clorpirifós	1,05	5509 ; 8,2E+04		0,478	27,6 ; 50,0 ; 386,0	21,0 a 75,0			ANVISA, 2022; THE PPDB, 2021; EU-ECHA, 2020; IICA, 2019; SANTOS, 2019; SOARES, FARIA & ROSA, 2017
Ciflutrina	0,003 ; 0,0066	3700 a 33913 ; 123930		2,9E-08 atm ; 5,3E-02	7,0 a 90,0 ; 33 ; 34 ; 56 ; 56 a 63 ; 116 ; 140	3,0 a 7,0 ; 11,0 a 20,0 ; 12,0 ; 25,0 a 117,0 ; 193,0			ANVISA, 2022; NIH, 2022; NPIC, 2022; THE PPDB, 2021; LIU et al., 2019
Deltametrina	0,0002 ; < 0,002	10240000 ; 79000 a 16300000		3,10E-02 ; 5,0E-06 atm	21,0 ; 58,2 ; 100,0		17		NIH, 2022; THE PPDB, 2021; IICA, 2019; LIU et al., 2019; MOREIRA et al., 2007
Diazinona	38,0 ; 40,0 (54,0 a 69,0) ; 60,0	1000 ; 1520 ; 609 ; 40 a 654		6,09E-02 ; 1,4E-06 a 1,13E-07 atm	9,1 (8,0 a 23,0) ; 18,4 (7,5 a 29,3) ; 40,0		138		NIH, 2022; THE PPDB, 2021; LIU et al., 2019; HARPER et al., 2009; WEBER et al., 2006; LONG, GAN & NETT, 2005
Diclorvós	18000	27,5 a 151 ; 50		2,58E-02 ; 5,7E-07 atm		2	1,0 ; 3,5 ; 8,0		NIH, 2022; THE PPDB, 2021; ANVISA, 2020; IICA, 2019; LIU et al., 2019
Endossulfam	0,32 ; 28 ; 32 ; 53	11500 ; 12400 ; 350 a 19953		1,48 ; 6,5E-05 atm	50 ; 39 ; 86 ; 50 a 60 ; 32 ; 150		2,0 a 8,0		NIH, 2022; THE PPDB, 2021; LIU et al., 2019; ANVISA, 2016; LONG, GAN & NETT, 2005
Espinosaide	89 ; 7,6	835 ; 143225 ; 16420 ; 34600		1,89E-07		2,37 ; 0,4	16 a 27		THE PPDB, 2021; ANVISA, 2020; IICA, 2019; LIU et al., 2019; SILVA, 2018; EU, 2010; LONG, GAN & NETT, 2005
Fenitroniona	19 ; 14	2000		9,86E-03 ; 9,3E-07 atm	2,7 ; 2,0 a 5,0	1,0 ; 3,33 a 3,65			NIH, 2022; THE PPDB, 2021; LIU et al., 2019; WHO, 2004; IPCS INCHEM, 1992
Fipronil	3,78 ; 1,9 a 2,4	825 a 6863 ; 214 ; 427 ; 825 ; 1248 ; 2165 ; 3946		2,31E-04 ; 8,42E-10 atm ; 3,7E-05 atm	142 ; 65 ; 6,125 a 9 ; 122 a 128		0,16 a 0,5		NIH, 2022; THE PPDB, 2021; SILVA et al., 2018; JACKSON et al., 2009
Formotion	2600	21 ; 150		1,11E-05 ; 1,1E-10		14	0,17 ; < 1,0		NIH, 2022; THE PPDB, 2021; LIU et al., 2019; GARCIA, 2000
Foxim	0,7 ; 1,5	420		4,18E-01	1 ; 6 ; 9 ; 10 ; 11 ; 14		7,2 ; 3,1 ; 26,7		ChemicalBook, 2022; THE PPDB, 2021; ANVISA, 2020; LIU et al., 2019; ICA, 2019; WENZEL & SHEMOTYUK, 2014; IPCS INCHEM, 1983
Isazofós	69	115,0 ; 91,3 a 385,0		5,27E-02 ; 5,21E-07 atm	2,5 a 48,4 ; 10,0 ; 34,0 ; 40,0		19,0 ; 48,0 ; 85,0		NIH, 2022; THE PPDB, 2021; IICA, 2019
Malationa	130 ; 143 ; 148	1200 a 1800		23,0E-04 ; 1,0E-03		9,0 ; 1,0	0,4		ANVISA, 2022; NIH, 2022; THE PPDB, 2021; IICA, 2019; LIU et al., 2019; SILVA et al., 2018; DUAVI et al., 2015; UNEP, 2012; LONG, GAN & NETT, 2005
Naleda	2000 ; 1500	180 ; 344		6,6 ; 6,5E-05 atm		1	1		NIH, 2022; THE PPDB, 2021; LIU et al., 2019
Quinalfós	17,8	1465		4,70E-03		21	1		NIH, 2022; THE PPDB, 2021; IICA, 2019
Triclofom	120000	6,0 a 79,0 ; 10,0		4,5E-07 ; 2,2E-011 atm	1,0 a 27,0 ; 18,0	510,0 ; 46 h ; < 30 min			NIH, 2022; THE PPDB, 2021; IICA, 2019; LIU et al., 2019; SILVA et al., 2018

Tabela 1. Parâmetros físico-químicos dos princípios ativos (p.a.) de agrotóxicos identificados para controle de *Bactrocera dorsalis* e utilizados nos modelos screening.

Os cálculos demandados pelos três modelos foram realizados em planilha Microsoft Excel, elaborada a partir de Ramos, Ferracini & Pessoa (2021) incorporando o método de Cohen (EPA); realizado pelos mesmos autores. Os resultados obtidos (**Tabela 2**) indicaram que em áreas frágeis devem ser evitados o uso de ciantraniliprole, ciromazina, clorpirifós, diazinona, diclorvós, endossulfam (banido), espinosade, fenitrotiona, fipronil, formotion (banido), foxim, isazofós (banido), naledge, quinalfos (banido) e triclorfom (banido), pelo potencial de transporte em água, como também de beta-cipermetrina, carbofurano, cialotrina (não listado entre os autorizados para uso no país), ciflutrina, cipermetrina, ciromazina, clorpirifós, deltometrina, endossulfam (banido), fenitrotiona, fipronil e quinalfos (banido), pelo potencial de transporte associado a sedimentos de solo (**Tabela 2**).

P.A.	GUS	GOSS (SED e DISS)	EPA
Abamectina	NL	SED: B; DISS: B	NL
Beta-cipermetrina	NL	SED: M; DISS: B	NL
Carbosulfano	NL	SED: M; DISS: B	NL
Ciantraniliprole	T	SED: B; DISS: A	NL
Cialotrina*	NL	SED: A; DISS: B	NL
Cipermetrina	NL	SED: A; DISS: B	NL
Ciromazina	NL	SED: M; DISS: A	NL
Clorpirifós	NL	SED: A; DISS: A	NL
Ciflutrina	NL	SED: A; DISS: B	NL
Deltametrina	NL	SED: A; DISS: B	NL
Diazinona	NL	SED: B; DISS: M	NL
Diclorvós	NL	SED: B; DISS: M	NL
Endossulfam**	NL	SED: A; DISS: A	NL
Espinosade	NL	SED: B; DISS: M	NL
Fenitrotiona	NL	SED: M; DISS: M	NL
Fipronil	NL	SED: M; DISS: A	NL
Formotion**	T	SED: B; DISS: M	NL
Foxim	NL	SED: B; DISS: M	NL
Fosfina	Não avaliado	Não avaliado	Não avaliado
Isazofós**	L	SED: B; DISS: A	NL
Malationa	NL	SED: B; DISS: B	NL
Naleda	NL	SED: B; DISS: M	NL
Quinalfos**	NL	SED: M; DISS: M	NL
Triclorfom**	L	SED: B; DISS: M	NL

OBS.: Índice de GUS: NL= Não Lixiviação; T= Transição; L= Potencial Lixiviação; Método de GOSS: Para GOSS-SED= associado a sedimento ou GOSS-DIS= dissolvido em água: B= baixo potencial, M= Médio Potencial e A= Alto Potencial; Método de Cohen et al. (1995) (ou EPA): NL= Não Lixiviação e L= Potencial Lixiviação. \* = Não consta na lista de ingredientes ativos de uso autorizado no Brasil (ANVISA, 2022b); \*\* = Ingrediente ativo banido do Brasil (ANVISA, 2022b)

Tabela 2. Potencial de transporte dos princípios ativos (p.a.) de agrotóxicos para controle de *Bactrocera dorsalis* conforme modelos screening de GUS, GOSS e EPA.

**Abamectina** (*Abamectin*) é do grupo avermectina (AGROFIT, 2023) com uso autorizado no Brasil, para o controle de outras pragas (ANVISA, 2022b). Os resultados obtidos corroboram com a literatura. A instabilidade de abamectina, associada tanto à sua baixa solubilidade em água quanto a forte adsorção do p.a. ao solo, contribuem para limitar sua biodisponibilidade para organismos não-alvo e previnem sua lixiviação para o lençol freático, conforme apontado por Lasota & Dybas (1990), que avaliaram o p.a em uso agrícola. Milhome et al. (2009) indicaram o potencial de “lixiviação nula” de abamectina, por análise GUS, e o potencial de “não contaminante” quanto ao risco em água superficial, embora sinalizando “intermediário potencial de contaminação”, por análise EPA. O MDA (2021) indicou que abamectina é altamente tóxico às abelhas, corroborando com Basf (2013), que sinalizou o mesmo grau de toxicidade às abelhas expostas a pulverização direta ou aos resíduos do p.a.. Del Sarto (2009) citou, para abelhas *Melipona quadrifasciata* e *Apis mellifera* africanizada, que abamectina. mostrou-se altamente tóxico em exposição por via oral e menos tóxico por via tópica. Mejias & Garrido (2022) apresentaram os métodos analíticos capazes de detectar o p.a. em produtos de abelhas (mel e cera).

**Beta-cipermetrina** (*Beta-Cypermethrin*) é do grupo piretróide (AGROFIT, 2023) e é autorizado no país para outras pragas (ANVISA, 2022b). Os resultados obtidos ratificam o potencial de transporte do p.a. informado por WHO (2019), que indicou persistência variando de média a alta no solo, onde pode ser considerado imóvel. A mesma fonte reportou que o p.a. é pouco persistente no compartimento aquático, salientando a alta mobilidade de seus metabólitos no solo. Os efeitos tóxicos da exposição de larvas de abelhas *A. mellifera linguistica* e *A. cerana cerana* à Beta-cipermetrina são conhecidos (HE et al., 2021). NIH (2023) indicou a alta toxicidade do p.a. às abelhas melíferas.

**Carbosulfano** (*Carbosulfan*) é do grupo dos carbamatos e é autorizado no Brasil, para outras pragas (ANVISA, 2022b). O potencial médio associado a sedimento de solo aqui obtido corrobora com Otieno et al. (2010), que ressaltaram elevadas contaminações do p.a. em solos superficiais, com risco de contaminações de barragens e rios por escoamento superficial (*run-off*). Sahoo et al. (1993) relataram que o p.a. é rapidamente metabolizado no ambiente a carbofurano, composto altamente tóxico, como também a 3-hidroxi-carbofurano. A Agência Escocesa de Proteção Ambiental (SEPA) determinou carbosulfano e carbofurano como “poluentes não-perigosos”, em listagem de substâncias potencialmente relevantes para a avaliação de qualidade das águas subterrâneas do país (SCOTLAND.SEP, 2020). Porém, com relação aos metabólitos do p.a. aqui destacados, Berton (2017) sinalizou a presença deste p.a. em amostras de água coletadas na nascente do alto Rio São Lourenço (Campo Verde, MT), indicando seu potencial para contaminações por escoamento superficial ou para água subterrânea. Zhang et al. (2016) também detectaram resíduos de carbosulfano e de 3-hidroxi-carbofurano em solos, ressaltando que os mesmos foram quase indetectáveis em água de arroz irrigado. Sahoo et al. (1993) informaram que carbosulfano degrada mais rapidamente em solo inundado do que em solo

não inundado, o que também foi relatado em solo incubado em temperatura mais alta e em solo alterado com matéria orgânica extra comparado ao solo não alterado (SAHOO et al., 1993). Segundo a EFSA (2006), carbosulfano é tóxico para abelhas. Akca et al. (2009) indicaram a toxicidade aguda de carbosulfano a *A. mellifera*.

**Ciantraniliprole** (*Cyantraniliprole*) é do grupo antranilamida (AGROFIT, 2023) e autorizado para outras pragas no Brasil (ANVISA, 2022b). Possui relatos de mobilidade na maioria dos solos, com base em baixos coeficientes de adsorção (KOLUPAEVA et al., 2019). O potencial de lixiviação do p.a. também aumenta com o aumento da persistência, que para ele varia dependendo das condições do solo (KOLUPAEVA et al., 2019). Kolupaeva et al. (2019) apontaram que, para os parâmetros de persistência e mobilidade mais conservadores, o índice de GUS do ciantraniliprole indicou provável lixiviação. Porém, em relatos de condições de campo, os mesmos autores citaram que o p.a. foi geralmente encontrado na camada superior do solo, embora pequenas quantidades tenham se deslocado para uma profundidade de até 15 cm da superfície do solo. Kolupaeva et al. (2019) também relataram que o p.a. pode lixivar para as águas subterrâneas, se usado em áreas de solos permeáveis, sobretudo com o lençol freático raso. Em testes de resíduos e de toxicidade de ciantraniliprole e de seu principal metabólito (“J9Z38”), Zhang et al. (2020) observaram que em solo artificial, embora o p.a. se degradasse mais rapidamente que seu metabólito, ciantraniliprole apresentou maior risco para minhocas quando comparado ao metabólito. Os relatos supracitados confirmam os resultados aqui obtidos pelo índice de GUS, que indicou faixa de transição (T), bem como por GOSS, que indicou alto potencial do p.a. para estar dissolvido em água e médio potencial de estar associado ao sedimento do solo. Ciantraniliprole é altamente tóxico para abelhas (PPDB, 2022) e sua aplicação não é recomendada no período de maior visitação de polinizadores (SYNGENTA, 2021).

**Cialotrina** (*Cyhalothrin*) é do grupo piretróide e não consta entre os i.a. autorizados no Brasil (ANVISA, 2022b). A literatura indica, com base em seus valores de Koc e de solubilidade em água, que sua mobilidade não é esperada no solo e que, em caso de sua liberação em água, o composto fique absorvido aos sólidos suspensos e sedimentos, sendo, portanto, muito improvável que atinja águas subterrâneas; o mesmo foi relatado para seus produtos de degradação no solo (IPCS. INCHEM, 1990; NIH, 2022). Porém, conforme o local onde é aplicado, pode ser ambientalmente persistente (PPDB, 2023). Os relatos corroboram com os resultados aqui obtidos, dados pelos “NL” obtidos por GUS e EPA e pelo baixo potencial do composto estar dissolvido em água por GOSS, assim como, neste último, pelo alto potencial de encontrar-se associado ao sedimento de solo. A literatura sinaliza os efeitos tóxicos de cialotrina às abelhas (NIH, 2022), indicando a necessidade de atenção especial. Johnson et al. (2010) reportaram ocorrência de cialotrina em amostras de cera, pólen, abelha e mel de apiários, enquanto a PPDB (2023) o sinalizou como altamente tóxico às abelhas. Mejias & Garrido (2022) apresentaram os métodos analíticos capazes de detectar “Cyhalothrin L” em produtos de abelhas (mel e cera).

**Cipermetrina** (*Cypermethrin*) é do grupo piretróide (AGROFIT, 2023) com uso autorizado no Brasil para o controle de outras pragas (ANVISA, 2022b). Com base nos seus valores de Koc e de solubilidade são esperadas ausência de sua mobilidade no solo e, em caso de liberação em água, que o p.a. fique adsorvido aos sólidos suspensos ou sedimentos (NIH, 2022). Rani, Saini & Kumari (2014) reportaram a baixa mobilidade do p.a. sob condição de umidade saturada, o que indica seu não potencial para contaminar as águas subterrâneas. O sinalizado por esses autores corrobora com os resultados obtidos pelos modelos *screening*. Entretanto, Agência Escocesa de Proteção Ambiental (SEPA) indicou cipermetrina como “*substância perigosa*” para fins de qualidade da agua subterrânea (SCOTLAND.SEP, 2020). A presença de cipermetrina em amostras de cera, pólen, abelha e mel de apiários foi reportada (JOHNSON et al., 2010). Del Sarto (2009), citando Bendahou, Fleche & Bounias (1999) sinalizou o efeito dos piretróides com ação neurotóxica nas abelhas, indicando que em aplicações em campo reduzem o forrageamento. A elevada toxicidade sub-letal do p.a. encontrada em “*beebread*” em apiários da Espanha foi também relatada, sinalizando cipermetrina entre os sete inseticidas prejudiciais às abelhas e outros polinizadores (TIRADO, SIMON & JOHNSTON, 2013). Mejias & Garrido (2022) apresentaram os métodos analíticos capazes de detectar a cipermetrina em produtos de abelhas (mel e cera).

**Ciromazina** (*Cyromazine*) é do grupo triazinamina (AGROFIT, 2023) com uso autorizado no Brasil para outras pragas (ANVISA, 2022b). Em alguns solos onde o p.a. foi aplicado, o composto apresentou mobilidade moderada; casos onde observados valores mais baixos de seus Koc (NIH, 2022). Em estudo de escoamento em área agrícola, com aplicação de ciromazina no solo via esterco de galinha, o p.a. foi encontrado em águas de escoamento, com suas concentrações aumentando proporcionalmente às taxas de chuva (NIH, 2022). Quando liberado em água, houve indicação de que o p.a. pode ser adsorvido aos sólidos suspensos e aos sedimentos, conforme o Koc do solo local (NIH, 2022). Ciromazina também foi relatado como estável em solo anaeróbico (NIH, 2022). Fernández-Pérez (2007) indicou as percentagens de ciromazina recuperadas em solo, lixiviadas e em grânulos de 1,27 %, 98,50 % e 0,0 %, respectivamente, constatando o alto potencial do p.a. estar dissolvido em água. Esse resultado corrobora com USA.EPA (1994), que indicou que a ciromazina é bastante persistente sob certas condições e que pode atingir a água subterrânea. USA.EPA (1994) também ressaltou que em áreas “*onde os solos são permeáveis e os lençóis freáticos são rasos, podem resultar em contaminação da água subterrânea. A utilização de água de irrigação nessas áreas aumenta a probabilidade de contaminação*”. Fletcher (1985) ressaltou que “*ciromazina e seu principal metabólito (“melamine”) podem persistir no solo e possuem potencial para lixivar em solos alcalinos e em solos com baixo conteúdo de matéria orgânica. Entretanto a ligação de resíduos às partículas de solo poderá mitigar esse potencial*”. Vê-se, portanto, que em áreas frágeis (solo permeável, pluviosidade e lençóis subterrâneos rasos) a aplicação de ciromazina

não deve ser indicada, dado que essas características favorecem a lixiviação do p.a. junto à tendência de seu alto potencial de estar dissolvido em água e ao seu médio potencial de encontrar-se associado ao sedimento originado do solo, apresentados aqui pelo modelo de GOSS. As ausências de potenciais de lixiviação, assinaladas por GUS e EPA, podem ser explicadas pelo fator de adsorção ao solo exibido para o composto, dado que esse potencial de transporte está altamente dependente do seu valor de Koc no solo. A ciromazina foi citada como praticamente não tóxica às abelhas melíferas, em estudo de toxicidade aguda de contato (NIH, 2022b). Mejias & Garrido (2022) citaram os métodos analíticos para detectar a ciromazina em mel e cera.

**Clorpirifós** (*Chlorpyrifos*) é do grupo organofosforado (AGROFIT, 2023) com uso autorizado no Brasil para outras pragas (ANVISA, 2022b), onde está entre os mais utilizados (INCA, 2022). Considerando seus altos valores de Koc, quando aplicado no solo são esperadas sua ausência ou baixa mobilidade. Se liberado na água, é previsto que clorpirifós seja adsorvido aos sólidos suspensos e sedimentos (NIH, 2022). De acordo com Rani, Saini & Kumari (2014), clorpirifós apresenta baixa mobilidade sob condição de umidade saturada, indicando ausência de potencial para contaminar as águas subterrâneas. Sua baixa mobilidade no solo também foi observada por Narayanan et al. (2014), que indicaram que em solo normal clorpirifós permanece fortemente adsorvido à superfície do solo, com reduzida mobilidade e, consequentemente, baixo potencial à lixiviação. Porém, Narayanan et al. (2014) também indicaram que a fração de argila do solo controla fortemente o comportamento da mobilidade do p.a., indicando que sua lixiviação pode ser fortemente influenciada pela falta de matéria orgânica no solo. Dufilho & Falco (2020) indicaram que ao ser aplicado em solo de textura franco-arenosa o clorpirifós pode apresentar maior percolação da água de irrigação e que ao ser aplicado em solo franco-argiloso o composto apresenta maior potencial para lixiviar. A Escócia (SCOTLAND.SEP, 2020) determinou clorpirifós como “substância perigosa” para qualidade da água subterrânea. Desse modo, a literatura citada corrobora com os resultados aqui obtidos para o p.a.. A alta toxicidade de clorpirifós às abelhas foi apontada por MDA (2021). Johnson et al. (2010) reportaram a ocorrência de clorpirifós em amostras de cera, pólen, abelha e mel de apiários. A presença do p.a. em pólen e em *beebread*, neste último em elevada toxicidade subletal para abelhas, também foram relatadas por Tirado, Simon & Johnston (2013), indicando-o como prejudicial às abelhas e outros polinizadores. Cutler et al. (2014) também relataram que o p.a. é altamente tóxico às abelhas pela exposição por contato direto, citando tratar-se de boas práticas, para redução de impactos em polinizadores, proibir o uso desse composto quando na área de tratamento estiverem presentes abelhas em vôo, culturas em floração ou presença de ervas daninhas, dado que o principal risco de exposição primária às abelhas, segundo os autores, são alimentação e de contato de flores pulverizadas com o produto. Cutler et al. (2014) também relataram que a exposição secundária ao clorpirifós se dá pelo transporte de pólen e néctar para as colmeias, realizado por abelhas forrageiras, as mais

expostas às contaminações. Johansen (1977), apresentando o risco de envenenamento de abelhas a inseticidas, já sinalizava o uso deste p.a. como “*perigoso em qualquer momento em culturas em florescimento*”. Mejias & Garrido (2022) apresentaram os métodos analíticos capazes de detectar “Clorpirimfós Etil” e “Clorpirimfós Metil” em mel e cera.

A **Ciflutrina** (*Cyfluthrin*) é do grupo piretróide (AGROFIT, 2023) com uso autorizado no Brasil para outras pragas (ANVISA, 2022b). O p.a. é moderadamente persistente em solos e é decomposto pela água ou luz solar. A quebra da ciflutrina ocorre mais rapidamente em solos com alto teor orgânico e em solo sem oxigênio e alto teor de argila. A ciflutrina é imóvel no solo e é pouco provável lixivar. O movimento através do escoamento não é esperado, a menos que o sedimento também seja movido. A ciflutrina não é facilmente dissolvida em água (HANSON et al., 2018). De acordo com o MDA (2021), o p.a. é altamente tóxico às abelhas, corroborando com. UCLA-DAVIS (2022), que não indica sua aplicação em fase de floração das plantas. Johnson et al. (2010) também informaram a ocorrência de ciflutrina em amostras de cera, pólen, abelha e mel coletadas em apiários. O NPIC (2022) também sinaliza que abelhas são altamente sensíveis ao contato com esse p.a.. Mejias & Garrido (2022) apresentaram os métodos analíticos capazes de detectar a ciflutrina em produtos de abelhas (mel e cera).

**Deltametrina** (*Deltamethrin*) é do grupo piretróide (AGROFIT, 2023) com uso autorizado no Brasil para outras pragas (ANVISA, 2022b). O alto potencial de transporte por sedimento e baixo potencial de transporte dissolvido em água, assim como a tendência a não lixiviação, obtidos aqui para deltametrina corroboram com Selim & Zhu (2002). Dependendo do tipo e manejo dos solos, bem como da pluviosidade e declividade do terreno local onde o p.a. for aplicado, a ocorrência de carreamento para áreas não-alvo por escoamento superficial (*runoff*) pode ser observada. A PPDB (2023) também assinalou o baixo potencial de lixiviação do p.a.. Porém, a Agência Escocesa de Proteção Ambiental citou deltametrina como “*substância perigosa*” para água subterrânea (SCOTLAND.SEPa, 2020). Deltametrina é considerado altamente tóxico às abelhas (UNEP/POPS/POPRC.8/INF/29, 2012; USA.MS.MDA, 2021; PPDB, 2021, 2023). O p.a. foi detectado em amostras de cera, pólen, abelha e mel coletadas em apiários (JOHNSON et al., 2010). Del Sarto (2009), avaliando a exposição de abelhas *M. quadrifasciata* e *A. mellifera* africanizada a esse p.a., observou que o mesmo é altamente tóxico em exposição por via oral e menos tóxico quando por via tópica. Tirado, Simon & Johnston (2013) o indicam entre os sete p.a. prejudiciais às abelhas e outros polinizadores. Mejias & Garrido (2022) apresentaram os métodos analíticos para detectar o p.a. em mel e cera.

**Diazinona** (*Diazinon*) é um inseticida de amplo espectro pertencente ao grupo organofosforado, com uso autorizado para outras pragas (ANVISA, 2022b) e entre os mais utilizados no Brasil (INCA, 2022). Os resultados obtidos corroboram com PPDB (2023), que relatam que apesar do baixo risco de lixiviação para águas subterrâneas indicados por suas propriedades químicas, incidentes de contaminação já ocorridos demandam considerá-

lo como potencialmente poluente às águas subterrâneas. Khalijan, Sobhanardakani & Cheraghi (2016) reportaram a ocorrência de resíduos do p.a., acima do nível permitido, em água subterrânea avaliada em 2014 na microbacia de Hamedan-Bahar, localizado na província de Hamedan no Irã, onde existe o aquífero de mesmo nome. Aggarwal et al. (2013) também relataram ocorrências de resíduos de diazinona em água subterrânea de áreas da Califórnia, EUA, onde esses autores ressaltaram que, além da concentração do p.a. utilizada, sua taxa de degradação é também influenciada pelos pH, tipo, incorporação de orgânicos e umidade do solo; porém, com maior influência do pH do solo. A SCOTLAND. SEPA (2020) cita diazinona como “*substância perigosa*” para a qualidade da água subterrânea da Escócia. Assim sendo, corroboram com o aqui indicado por GOSS, que sinalizou médio potencial para o p.a. estar dissolvido em água. Acrescenta-se que amostragens de resíduos de agrotóxicos em poços, realizados em 2020 na Califórnia, reportaram ocorrências de degradado de diazinona (“*2-Isopropyl-6-methyl-4-pyrimidinol*”) em água de poços (CEPA. DPR, 2021). De acordo com o MDA (2021), o diazinona é “*altamente tóxico às abelhas*”, corroborando com Johansen (1977), que indicou o perigo de envenenamento de abelhas pelo p.a. quando utilizada em “*qualquer momento em culturas em florescimento*”. PPDB (2023) também apresenta diazinona como “*altamente tóxico*” às abelhas. Johnson et al. (2010) relataram a ocorrência de diazinona em cera, pólen, abelha e mel coletados em apiários. Mejias & Garrido (2022) apresentaram os métodos analíticos capazes de detectar o p.a. em mel e cera.

**Diclorvós** (*Dichlorvos*) é do grupo organofosforado com uso autorizado no Brasil para o controle de outras pragas (ANVISA, 2022b). WHO (2016) cita que diclorvós é altamente degradado por atividade microbiana e hidrólise do solo, não sendo adsorvido ao sedimento de solo, corroborando com o baixo potencial em sedimento, aqui obtido por GOSS. O baixo potencial de lixiviação, obtidos por GUS e EPA, corroboram com o apontado pela PPBD (2023), que relatou improvável lixiviação para água subterrânea, de acordo com as propriedades químicas mais utilizadas, também citando ser o p.a. usualmente não persistente em solo e em água. Eades (1991) indicou que o diclorvós pode ser recuperado de amostras de água do mar, persistindo nessas condições por até 9 dias. WHO (2016), citando Gao (2012), mencionou diclorvós presente em 16 reservatórios chineses, amostrados na bacia do rio Haihe, em concentrações variando de 10 a 50 ng/L (média de 26,3 ng/L). WHO (2016), citando Tuncel, Oztas & Erduran (2008), reportou que o produto foi encontrado em cerca de 12 amostras de água superficial de região agrícola da Turquia em concentração mais elevada (322,2 ng/L). Concentrações do p.a. também da ordem de ng/L foram reportadas como presentes em água da chuva de diversos países (WHO, 2016). Assim, apesar de diclorvós apresentar potencial para estar dissolvido em água, corroborando com o aqui indicado pelo médio potencial dissolvido em água (“M”) obtido por GOSS, a WHO (2016) citou não haver necessidade de estabelecer valores diretivos para o p.a. devido às baixas concentrações (sem risco à saúde humana) recuperadas

em fontes de água potável. Contudo, destaca-se que entre as substâncias potencialmente relevantes para a avaliação de qualidade das águas subterrâneas na Escócia, diclorvós é “*substância perigosa*” (SCOTLAND.SEP, 2020). Diclorvós foi citado como “*altamente tóxico*” às abelhas (PPDB, 2023). Johnson et al. (2010) relataram diclorvós em amostras de mel coletadas em apiários. Mejias & Garrido (2022) apresentaram os métodos analíticos capazes de detectar o diclorvós em mel e cera.

**Endossulfam** (*Endosulfan*) é do grupo organoclorado e foi banido do Brasil (ANVISA, 2022b). Estudo realizado por Atasoy, Mermut & Yesilnacar (2012) em aquífero não confinado indicou que a persistência moderadamente hidrofóbica desse p.a. pode fazê-lo alcançar a água subterrânea, mesmo em presença de alto conteúdo de argila do solo; o que corrobora com o alto potencial dissolvido em água aqui indicado por GOSS. Weber et al. (2010) citaram que endossulfam pode ser transportado a longas distâncias, com potencial para contaminar locais remotos. Na Escócia, endossulfam é considerado “*substância perigosa*” para avaliação de água subterrânea (SCOTLAND.SEP, 2020). Seu principal metabólito, o sulfato de endossulfam, já foi detectado no ar e em sedimentos de lagos de montanhas, incluindo regiões remotas, com acentuado aumento na acumulação observada principalmente a partir dos anos 80 (WEBER et al., 2010); corroborando com alto potencial de estar associado a sedimento aqui obtido por GOSS. Os potenciais de contaminação de água subterrânea e superficial, obtidos neste trabalho por GOSS, corrobora com o evidenciado também por Dalvie et al. (2003), que em área agrícola na África do Sul também constataram contaminação de água potável; todas em baixos níveis de resíduos, mas acima do padrão europeu aceitável, contudo sem ultrapassar os níveis de ingestão total na dieta, de acordo com critérios da Reunião Conjunta da OMS/FAO sobre Resíduos de Pesticidas (JMPR). Os mesmos autores relataram que as contaminações de água superficial foram mais frequentes que em água subterrânea, coincidindo principalmente com o uso de irrigação local. Weber et al (2010) indicaram, a partir de registros de monitoramentos atmosféricos, a não ocorrência de diminuições nos níveis de α-endosulfan, principalmente em função de seu uso contínuo. Fava et al. (2005) reportaram que o sulfato de endossulfam (“*endosulfan sulfate*”), o principal metabólito resultante da degradação oxidativa de endossulfam no solo, apresenta potencial para ficar adsorvido ao sedimento do solo com lenta degradação, tendo os autores indicado seu potencial para contaminação de água subterrânea. De acordo com o MDA (2021), o p.a é moderadamente tóxico às abelhas. Johansen (1977) sinalizou “*perigo mínimo*” de envenenamento de abelhas por endossulfam, “*se aplicado durante o início da noite, a noite ou no início da manhã em culturas em florescimento*”. Porém, Johnson et al. (2010) indicaram a ocorrência de endossulfam em cera, pólen, abelha e mel coletados em apiários, apontando o potencial tóxico deste p.a.. Mejias & Garrido (2022) apresentaram os métodos analíticos capazes de detectar o endossulfam em mel e cera. Endossulfam não tem uso autorizado no Brasil (INCA, 2022; ANVISA, 2022b) e foi regulado pela União Europeia (EUROPEAN UNION

REGULATIONS: COMMISSION DELEGATED REGULATION (EU) 2022/643 of 10 February 2022) como produto químico sujeito a proibição de exportação (EC No 204-079-4, CAS No 115-29-7, CN code 2920 30 00), por tratar-se de produto orgânico persistente, conforme anexos da Convenção de *Stockholm sobre Poluentes Orgânicos Persistentes* do PNUMA.

**EspinosaDE** (*Spinosad*) é do grupo espinosinas (AGROFIT, 2023), derivado de bactéria *Saccharopolyspora spinosa* (MILES, MAYES & DUTTON, 2002); autorizado no Brasil para outras pragas (ANVISA, 2022). Neste trabalho, o p.a. apresentou baixo potencial de estar associado ao sedimento de solo e médio potencial de estar dissolvido em água, não apresentando potencial para lixiviação, GUS e EPA. Apesar da US-EPA (1999) ter indicado que o produto permanece imóvel em vários tipos de solo, sugerindo ser também pouco improvável lixivar, estudos mais recentes realizados por Hedia & El-Aswad (2016), avaliando o potencial de adsorção e de lixiviação de espinosaDE em constituintes húmicos e argilosos de solos egípcios, indicaram que a camada de argila e os constituintes de solos húmicos foram responsáveis pela adsorção do p.a.. Desse modo, esses autores reportaram que o p.a. fica mais adsorvido na fração argila que na fração húmica, como também salientaram que espinosaDE foi não-resistente em condições aeróbicas e mais resistente em anaeróbicas; indicando, portanto, que sua adsorção e mobilidade no solo são dependentes desses fatores do solo. Hedia & El-Aswad (2016), avaliando o potencial de lixiviação pelo índice de Gus em condições aeróbicas, indicaram um potencial variando de muito baixo a baixo para lixiviação, enquanto em condição anaeróbica, devido aos maiores valores de  $t_{1/2}$  dos solos considerados, revelou um potencial de lixiviação moderado. Assim, o apontado por esses autores corrobora com os resultados aqui obtidos. Miles, Mayes & Dutton (2002) indicaram que, quando o produto é aplicado conforme o recomendado, espinosaDE mostra-se seguro às abelhas (rainha, operárias e ninhada), corroborando com o apresentado por Mayes et al. (2003), que avaliando o efeito de espinosaDE sobre esses polinizadores indicaram que os resíduos do p.a., secos após cerca de 3 horas da aplicação realizada com sprays de baixo e ultrabaixo volumes, não se mostraram agudamente prejudiciais às abelhas. Mayes et al. (2003) também indicaram baixo risco do p.a. para abelhas e de pouco a nenhum efeito na atividade da colmeia e no desenvolvimento da ninhada. Porém, também citaram que a toxicidade das espinosinas ocorre em abelhas apenas quando aplicadas diretamente sobre as mesmas. Por sua vez, Del Sarto (2009) indicou o p.a. como “altamente tóxico” às abelhas *M. quadrifasciata* e *A. mellifera* africanizada quando a exposição se dá por via oral e “menos tóxico” quando ocorre por via tópica. A ocorrência de espinosaDE em amostras de pólen coletadas em apiários foi citada por Johnson et al. (2010). Por sua vez, Challa, Firake & Behere (2019), avaliando os efeitos tóxicos do p.a. em abelha melífera da espécie *A. cerana* Fabricius, indicaram que este mostrou-se “perigoso às abelhas”, não sendo indicada a pulverização do p.a. especialmente na floração de cultivos. Mejias & Garrido (2022) apresentaram os métodos analíticos capazes de detectar o espinosaDE em mel e cera.

**Fenitrotona** (*Fenitrothion*) é do grupo organofosforado (AGROFIT, 2023) com uso autorizado no Brasil para outras pragas (ANVISA, 2022b). Neste trabalho, o p.a. apresentou médio potencial de estar associado ao sedimento de solo e médio potencial de estar dissolvido em água, sem potencial à lixiviação, por GUS e EPA; este último corroborando com a PPDB (2023), que indicou o p.a. apresentando baixo potencial para lixiviação para água subterrânea, e com o apresentado por Milhome et al. (2009). Segundo o PubChem para o *fenitrotona* (NCBI, 2023), presenças do p.a. em amostras de águas (corrente, rios, lagos, gelo e chuva) foram detectadas, porém em baixas concentrações, predominantemente inferiores a 0,07 ug/L, indicando sua baixa persistência em água. A ocorrência de fenitrotona em água potável também foi relatada, porém em concentrações bem inferiores aos níveis permitidos para a saúde, por WHO (2011). Fenitrotona é “substância perigosa” para fins de qualidade da água subterrânea na Escócia (SCOTLAND. SEPA, 2020). A presença do p.a. em água, corrobora com o médio potencial do p.a. estar dissolvido em água, aqui sinalizado por GOSS. Acrescenta-se que Pizano (1997) relatou ter detectado a presença de resíduos de fenitrotona em solo e em água de irrigação por sulcos, em experimento conduzido com tomate estaqueado, resultados que corroboram com os potenciais médios do composto potencialmente vir a estar associado ao sedimento de solo ou dissolvido em água, aqui sinalizados por GOSS. De acordo com a PPDB (2023), o p.a. é “altamente tóxico” às abelhas, corroborando com Johnson et al. (2010), que informaram a ocorrência de fenitrotona em cera e abelhas de amostras coletadas em apiários. Wang, Naito & Nakajima (2012), citando US.EPA (1987), também relataram alta toxicidade de fenitrotona às abelhas, quando estas foram expostas ao tratamento direto ou aos resíduos secos presentes em folhagens.

**Fipronil** (*Fipronil*) é do grupo pirazol (AGROFIT, 2023) com uso autorizado no Brasil para outras pragas (ANVISA, 2022b). De acordo com Tingle et al. (2003), o fipronil degrada de forma relativamente lenta em solo e água. Os mesmos autores indicaram que o p.a. é relativamente imóvel no solo e apresenta baixo potencial de lixiviação para água subterrânea. Esses relatos corroboram com o aqui obtido por GOSS, que indicou os potenciais médio do p.a. associado ao sedimento de solo e alto dissolvido em água, e por GUS e EPA, que indicaram não potencial para lixiviação. Tingle et al. (2003) também citaram que o principal metabólito de fipronil, o “*desulfinyl*”, é geralmente mais tóxico e persistente. Tirado, Simon & Johnston (2013) indicaram o fipronil entre os sete p.a. prejudiciais às abelhas e outros polinizadores, corroborando com o apontado pelo MDA (2021), que indicou o p.a. como altamente tóxico às abelhas. Relata-se ocorrência de fipronil em amostras de cera, pólen, abelha e mel, coletadas em apiários (JOHNSON et al., 2010). Os danos deste p.a. às colônias de abelhas foram reportados entre as conclusões do relatório final de proibição do registro do p.a. na Europa (FRIEDRICH et al., 2021). Mejias & Garrido (2022) apresentaram os métodos analíticos que detectam o fipronil em mel e cera.

**Formotiom** (*Formothion*) é do grupo organofosforado (PPDB, 2023) e é ingrediente

ativo banido do Brasil (ANVISA, 2022b). O potencial do p.a. encontrar-se em faixa de transição para lixiviação, por GUS, e em potencial médio de estar dissolvido em água e baixo de encontrar-se associado a sedimentos de solo, ambos por GOSS, corroboram com Papa et al. (2004), que em avaliação de agrotóxicos aplicados na Bacia de Amu Darya, Uzbequistão, indicaram alto potencial do p.a. para lixiviação. De acordo com a Extoxnet (1995), formotiom é tóxico às abelhas, sendo que PPDB (2023b) o apresenta como altamente tóxico às abelhas melíferas *Apis spp.*. Mejias & Garrido (2022) citaram os métodos analíticos capazes de detectar o p.a. em mel e cera.

**Foxim** (*Phoxim*) é do grupo organofosfatos (LEWIS et al., 2023) com uso autorizado no Brasil para outras pragas (ANVISA, 2022b). Liu et al. (2015) citaram que, dependendo da formulação, o p.a. pode ser lixiviado da camada superficial do solo para subsolo, como também apresentar maior persistência do composto e de seus metabólitos no solo. O resultado corrobora com o potencial médio de foxim estar dissolvido em água, obtido por GOSS, e pelos potenciais de não lixiviação, obtidos por GUS e EPA. Lin et al. (2011), avaliando o mecanismo de degradação do p.a. em água de rio, indicaram a importância da radiação UV e dos aumentos de pH e T na aceleração da degradação. Esses autores também citaram condições que favoreceram a ocorrência de foxom (em inglês “*phoxom*”) a partir de foxim. Peng et al. (2015) apresentaram método capaz de detectar com precisão a presença de foxim em amostras de águas (residuais e fluviais). Existem relatos de foxim em amostras de abelhas coletadas em apiários (JOHNSON et al., 2010).

**Fosfina** (*Phosphine*) é gás utilizado como inseticida fumigante pertencente ao grupo inorgânico (AGROFIT, 2023), com uso autorizado no Brasil para outras pragas (ANVISA, 2022b). De acordo com a PubChem (NCBI, 2023b), a fosfina é um gás altamente tóxico, utilizado na fumigação de grãos armazenados, principalmente, na ração animal e no tabaco armazenado em folha. PubChem (NCBI, 2023b) também cita fumigações realizadas em pós-colheita de *commodities* agrícolas (“*Raw Agricultural Commodities - RACs*”), cujas tolerâncias nos níveis de resíduos do p.a. já foram determinadas. Igualmente informaram que esse gás é ligeiramente solúvel em água e que quando utilizado em vapor pode se espalhar pelo solo e acumular/permanecer em áreas de baixa ventilação, fechadas ou baixas. Desse modo, a mesma fonte sugere que o p.a. pode se ligar ao solo, onde estudos de laboratório já confirmaram a presença de fosfina abaixo da superfície do solo, dependendo do tipo de solo, porém rapidamente absorvida. Não foi possível estimar o potencial de transporte desse p.a. pelos modelos *screening* utilizados.

**Isazofós** (*Isazofos*) é do grupo organofosforado (PubChem, 2023c) e foi banido do Brasil (ANVISA, 2022b). Aqui, isazofós apresentou potencial de lixiviação, por GUS, e alto potencial dissolvido em água, por GOSS, onde também obteve baixo potencial de encontrar-se adsorvido ao sedimento. Somasundaram et al. (1993) relataram que o pH do solo exerce forte influência na degradação do p.a., sendo mais rápida em solos com altos pH. De acordo com a PPDB (2023a) o p.a. é considerado tóxico às abelhas melíferas *Apis*

*spp.*

**Malationa** (*Malathion*) é do grupo organofosforado (AGROFIT, 2023) com uso autorizado no Brasil para o controle de outras pragas (ANVISA, 2022b), e está entre os p.a. mais utilizados no país (INCA, 2022). No ambiente, a malationa pode sofrer biodegradação, hidrólise, fotólise ou degradação por reação com radicais hidroxila. Quando em condições de pH baixo ou baixo teor de matéria orgânica, sua persistência pode durar meses. Investigações sobre contaminação ambiental têm reportado a ausência de malationa em água subterrânea presente em áreas próximas onde foi aplicada por pulverização, indicando um baixo risco de toxicidade na água de beber coletada de água subterrânea (TCHOUNWOU et al., 2015). Esse resultado corrobora com o baixo potencial de lixiviação do p.a. ou dele estar dissolvido em água, ambos aqui sinalizados. Contudo, Berton (2017) constatou a presença de malationa em amostragem de água da nascente do Alto Rio São Lourenço, em Campo Verde/MT, indicando o potencial de transporte do p.a. por escoamento superficial e por lixiviação para água subterrânea. Ressalta-se que um dos metabólitos de malationa, denominado “*malaoxon*”, é formado por monoxigenases, e pode ser até 33 vezes mais tóxico que a molécula original (KNAPIK, 2018). A malationa é “*altamente tóxica*” às abelhas (UNEP/POPS/POPRC.8/INF/29, 2012; USA.MS.MDA, 2021). Johnson et al. (2010) citaram a ocorrência do p.a. em amostras de cera, pólen, abelha e mel coletados de apiários. Porém, Johansen (1977) sinalizou que o risco de envenenamento de abelhas expostas a malationa pode variar de acordo com a formulação do produto aplicado, onde “Malation D” e “Malation ULV” foram apresentados como “*perigosos em qualquer momento em culturas em florescimento*”, “Malation EC” com “*risco mínimo se aplicado durante o início da noite em culturas em florescimento*” e o “Malation G” com “*perigo mínimo em culturas em florescimento*”. Mejias & Garrido (2022) citaram os métodos analíticos capazes de detectar a malationa em mel e cera.

**Naled** (*Naled*) é da família dos ésteres organofosforados (grupo dos organofosforado), que atua como um inibidor das enzimas acetilcolinesterase e colinesterase (NIH, 2023), com uso autorizado no Brasil para outras pragas (ANVISA, 2022). NIH (2023) indica que Naled, em sua forma líquida, pode facilmente penetrar no solo e, assim, contaminar lençóis freáticos e córregos próximos ao local da aplicação. A mesma fonte citou que, apesar de Naled ter sido detectado poucas vezes em monitoramentos de água subterrânea, realizados em 1995 no estado da Califórnia-USA, as informações sobre as respectivas concentrações verificadas não foram disponibilizadas; o p.a. não foi observado em monitoramentos recentes (CEPA.DPR, 2021). Essas informações corroboram com o potencial de transporte aqui obtido por GOSS, que indicou médio potencial para Naled estar dissolvido em água e baixo potencial para estar associado ao sedimento do solo. Johansen (1977) informou que o risco de envenenamento de abelhas expostas ao p.a. varia de acordo com a formulação do composto, sendo “Naled D” “*perigoso em qualquer momento em culturas em florescimento*”. Ainda, segundo o mesmo autor, “Naled WP”

apresenta “*perigo mínimo se aplicado durante o início da noite em culturas em florescimento*” e “Naled EC” apresenta “*risco mínimo se aplicado durante o início da noite, a noite ou no início da manhã em culturas em florescimento*”.

**Quinalfos** (*Quinalphos*) é do grupo organofosforado (LEWIS et al., 2016; PPDB, 2023) e foi banido do Brasil (ANVISA, 2022b). Babu et al. (1998) reportaram a ocorrência de degradação mais rápida do p.a. em solos não-estéreis e em sistemas aquosos, quando comparada àquela observada em solos estéreis nas mesmas condições. Também indicaram, a ocorrência de persistência semelhante em solos com e sem pré-exposição ao p.a.. Babu et al. (1998) relataram a presença do metabólito “*2-hydroxyquinoxaline*”, decorrente de degradação hidrolisada do p.a., em solos sob condições aeróbicas. Porém, para esse metabólito os autores reportaram que maiores quantidades foram recuperadas de aplicações repetidas, provavelmente resultante da acumulação e persistência do composto original no solo; corroborando com o aqui sinalizado pelo potencial médio do p.a. estar associado a sedimentos. Bhattacharyya et al. (2022) citaram a detecção da presença de quinalfos em água de maceração de juta e em peixes, indicando potencial preocupação para com os ecossistemas. O programa de monitoramento de agrotóxicos da zona vulnerável 1 (ZV1), realizado em Portugal para avaliar o impacto da atividade hortícola intensiva na contaminação da água subterrânea, identificou a ocorrência de quinalfos, porém somente detectado qualitativamente (GONÇALVES, SILVA & ALPENDURADA, 2007). Na Escócia, quinalfos é “*substância perigosa*” para avaliação de qualidade da água subterrânea (SCOTLAND.SEP, 2020). Desse modo, o apresentado pela literatura citada corrobora com o potencial médio de quinalfos encontrar-se dissolvido em água, aqui obtidos por GOSS. Johnson et al. (2010) citaram a ocorrência do p.a. em amostras de abelha e mel coletadas em apiários. Mejias & Garrido (2022) apresentaram os métodos analíticos capazes de detectar o quinalfos em produtos de abelhas (mel e cera).

**Triclorfom** (*Trichlorfon*) é do grupo organofosforado, também utilizado para o tratamento de parasitoses da piscicultura, conhecido por ser o principal degradado do inseticida metrifonato (“*metrifonate*”) (WHO, 2016). Triclorfom foi banido do Brasil (ANVISA, 2022b). Conforme a Extoxnet (1996), triclorfom não é fortemente adsorvido às partículas do solo e é prontamente solúvel em água, o que confere ao p.a. sua grande mobilidade em diferentes texturas de solos e, assim, o potencial para contaminar água subterrânea; corroborando com a provável lixiviação, aqui encontrada por GUS, e com o baixo potencial de estar associado ao sedimento de solo e o médio potencial de encontrar-se dissolvido em água, obtidos por GOSS. Para a avaliação de qualidade das águas subterrâneas na Escócia, o triclorfom é “*substância perigosa*” (SCOTLAND.SEP, 2020). O Extoxnet (1996) também indicada o p.a. como tendo baixa toxicidade às abelhas. Porém, Johansen (1977) indicou que o triclorfom apresenta “*perigo mínimo*” de envenenamento de abelhas, “*se aplicado durante o início da noite, a noite ou no início da manhã em culturas em florescimento*”. Mejias & Garrido (2022) apresentaram os métodos analíticos capazes de

detectar o triclorfom em produtos de abelhas (mel e cera).

Frente ao exposto, para os p.a. aqui citados como apresentando potencial de transporte médios ou alto, tanto dissolvidos em água quanto associados aos sedimentos de solo, recomenda-se a necessidade de cautela no uso, principalmente em áreas frágeis. Os p.a. banidos e/ou não autorizados não podem ser utilizados no Brasil. Acrescenta-se ainda que, de acordo com Silva et al. (2018), em decorrência do uso prolongado de alguns p.a., aqui analisados, no exterior, já existem relatos de ocorrência de **resistência de algumas populações de *B. dorsalis* ao controle químico**, a saber por: abamectina, beta-cipermetrina, ciantraniliprole, malationa e triclorfom.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos indicaram a necessidade de cautela no uso, principalmente em áreas frágeis, de ciantraniliprole, ciromazina, clorpirimifós, diazinona, diclorvós, endossulfam (banido), espinosade, fenitrotiona, fipronil, formotiom (banido), foxim, isazofós (banido), naledge, quinalfós (banido) e triclorfom (banido), pelo potencial de serem transportados dissolvidos em água ou de lixivar. Com relação ao potencial de transporte por escoamento superficial, adsorvidos aos sedimentos do solo, foram observadas necessidades de cautela no uso de beta-cipermetrina, carbofuran, cialotrina (não consta nos autorizados), ciflutrina, cipermetrina ciromazina, clorpirimifós, deltametrina, endossulfam (banido), fenitrotiona, fipronil e quinalfós (banido). Relato de ocorrência de resistência de populações da praga a abamectina, beta-cipermetrina, ciantraniliprole, malationa e ao triclorfom foi encontrado. As toxicidades dos p.a. avaliados às abelhas sinalizaram que, em sua maioria, estas vem ocorrendo de forma moderada a altamente tóxica. Em havendo necessidade de uso de controle químico, ciromazina, espinosade, malationa e naledge foram citados em condições para serem aplicados, desde que conforme às orientações de aplicações, formulações e épocas/períodos de usos adequados às abelhas. Zoneamentos realizados pelo Projeto DefesaInsetos da Embrapa (EMBRAPA SEG. 40.18.03.007.00.00), sinalizando as áreas aptas à PQA *B. dorsalis* em áreas dos cultivos hospedeiros avaliados presentes, ou não, em áreas frágeis foram disponibilizados para apoiar as estratégias de manejo integrado desta praga, em caso de sua entrada no país. Nesse contexto, pesquisas mais aprofundadas devem ser conduzidas sobre o comportamento dos p.a. com os potenciais de transportes assinalados, considerando as particularidades locais de áreas determinadas como favoráveis à PQA, e para atualizações.

Os resultados obtidos apoiam políticas públicas de defesa fitossanitária nacional com foco na sustentabilidade ambiental de áreas agrícolas do país.

## REFERÊNCIAS

- AGGARWAL, V.; DENG, X.; TULI, A.; GOH, K.S. Diazinon-chemistry and environmental fate: a California perspective. *Rev Environ Contam Toxicol.* 223, p.107-40, 2013.
- AGROLINK. Bula Abamectin Nortox. *online*. 12 fev. 2020a.
- AGROLINK. Bula Akito. *online*. 22 mai. 2020b.
- AKCA, I.; TUNCER, C.; GÜLER, A.; SARUHAN, I. Residual toxicity of 8 different insecticides on honeybee (*Apis mellifera* Hymenoptera: Apidae). *Journal of Animal and Veterinary Advances*, v.8, n. 3, p. 436-440, 2009.
- AKAY, A. E. **Ranking of pesticides according to leaching potentials to groundwater for the selected river basins in Turkey** – Index-based approach. The Graduate School of Natural and Applied Sciences/Middle-East Technical University, Turkey, 2016. 265p. (Thesis of Master of Science).
- ANDRADE, A. D.; QUEIROZ, V. T. de; LIMA, D. T. de; DRUMOND, L. C. D.; QUEIROZ, M. E. L. R. de; NEVES, A. A. Análise de risco de contaminação de águas superficiais e subterrâneas por pesticidas em municípios do Alto Paranaíba - MG, *Química Nova*, v. 34, n. 7, 2011.
- ATASOY, A. D.; MERMUT, A. R.; YESILNACAR, M. I. Assessing the endosulfan contamination in an unconfined aquifer. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, v. 88, n.2, p.219-25, 2012.
- BABU, G. V. A. K.; REDDY, B. R.; NARASIMHA, G.; SETHUNATHAR. N. Persistence of Quinalphos and occurrence of its primary metabolite in soils. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 60, p.724–731, 1998.
- BHATTACHARYYA, S.; POI, R.; SEN, M. B.; HAZRA, D. K.; MANDAL, S.; KARMAKAR, R. Long-term profound investigation of Fenoxaprop-p-ethyl and indirect pesticide pollution in jute cropped-environmental ecosystem for dietary and ecological risk assessment. *Research Square*, June, 7<sup>th</sup>, 2022; 15p.
- BERTON, A. **Amostragem instantânea e passive na análise de pesticidas em água de nascentes do alto do rio São Lourenço em Campo Verde – MT**. Cuiabá, MT: PPG Recursos Hídricos-Pró-Reitoria de Ensino de Pós-Graduação/Universidade Federal do Mato Grosso, 2017. 90p. (Dissertação).
- BOND, C.; BUHL, K.; STONE, D. **Pyrethrins General Fact Sheet**; National Pesticide Information Center, Oregon State University Extension Services. 2014. 4p. Disponível em: <http://npic.orst.edu/factsheets/pyrethrins.html>. Acesso em: 21 fev. 2022.
- BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Lista de ingredientes ativos banidos do Brasil. Atualizada em 04/11/2022**. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2017/listas-de-ingredientes-ativos-com-uso-autorizado-e-banidos-no-brasil> Acesso em: 21 jul.2023.
- ... MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **AGROFIT**- Sistema de Agrotóxicos Fitossanitário. [Online].
- ... MAPA. SECRETARIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA (SDA). **Portaria SDA nº 617 de 11 de julho de 2022**. Diário Oficial da União (DOU), n. 130, Seção 1, pg.09-13, de 12/07/2022.

CALIFORNIA ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (CEPA). DEPARTMENT OF PESTICIDE REGULATION (DPR). ENVIRONMENTAL MONITORING BRANCH. GROUNDWATER PROTECTION PROGRAM. Sampling for pesticide residues in California well water- 2020 Update, In: **35th Annual Well Sampling Report Pursuant to the Pesticide Contamination Prevention Act.** 2021, 70p.

CHALLA, G.K.; FIRAKE, D.M.; BEHERE, G.T. Bio-pesticide applications may impair the pollination services and survival of foragers of honeybee, *Apis cerana* Fabricius in oilseed brassica. **Environ Pollut.** 249, p.598-609, 2019.

CHEMICAL BOOK, **Phoxim.** 2022.

CHEN, P.; YE, H. Population dynamics of *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae) and analysis of factors influencing populations in Baoshanba, Yunan, China. **Acta Ecologica Sinica**, v. 26, p.141-147, 2017.

CHEN, P.; YE, H. Relationship among five populations of *Bactrocera dorsalis* based on mitochondrial DNA sequences in western Yunnan, China. **Journal of Applied Entomology**, v.132, p. 530-537, 2008.

COHEN, S. Z.; WAUCHOPE, R. D.; KLEIN, A. W.; EADSPORTH, C. V.; GRANCY, R. Offsite transport of pesticides in water – mathematical models of pesticide leaching and runoff. **Pure and Applied Chemistry**, London, v. 67, p. 2109-2148, 1995.

CUTLER, G. C.; PURDY, J.; GIESY, J. P.; SOLOMON, K. R. Risk to pollinators from the use of chlorpyrifos in the United States. **Rev. Environ. Contam. Toxicol.**, 231, p.219-65. 2014. doi: 10.1007/978-3-319-03865-0\_7. PMID: 24723137.

CORNELL UNIVERSITY/ OREGON UNIVERSITY/UNIVERSITY OF IDAHO/ UNIVERSITY OF CALIFORNIA-DAVIS/MICHIGAN STATE UNIVERSITY. (EXTOXNET). The EXtension TOxicology NETwork (**EXTOXNET**). Pesticide Information Profile (PIP). (Pesticide Information Project). Disponível em: <http://extoxnet.orst.edu/pips/> Acessos em: 1996, 2020, 2021, 2022 e 2023.

DALVIE, M.A.; CAIRNCROSS, E.; SOLOMON, A.; LONDON, L. Contamination of rural surface and ground water by endosulfan in farming areas of the Western Cape, South Africa. **Environ. Health.** v.2, n.1., 2003.

DEL SARTO, M. C. L. **Toxicidade de inseticidas para as abelhas *Melipona quadrifasciata* e *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae).** Viçosa, MG: Programa de Pós-Graduação em Entomologia/ Universidade Federal de Viçosa, 2009. 64p.

DUARTE, M. L.; ZANCHI, F. B.; NEVES, J. R. D.; COSTA, H. S.; JORDÃO, W. H. C. Vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas no município de Humaitá, Amazonas, Brasil. **Rev. Ambient. Água [online].** v.11, n.2, p. 402-413, 2016.

DUAVÍ, W. C.; GAMA, A. F.; MORAIS, P. C. V.; OLIVEIRA, A. H. B. de; NASCIMENTO, R. F. do; CAVALCANTE, R. M. Contaminação de ambientes aquáticos por “agrotóxicos urbanos”: o caso dos rios Cocó e Ceará, Fortaleza – Ceará, Brasil. **Química Nova**, v. 38, n. 5, p.622-630, 2015.

DUFILHO, A.C.; FALCO, S. Preferential flow modelling of chlorpyrifos leaching in two arid soils of irrigated agricultural production areas in Argentine Patagonia. **J. Contam. Hydrol.**, 2020 Feb., 229: 103584. doi: 10.1016/j.jconhyd.2019.103584.

EADES, J.F. Persistence of Dichlobenil and Dichlorvos in Water. p. 497-501. In: ANGELETTI, G., BJØRSETH, A. (Eds) **Organic Micropollutants in the Aquatic Environment**. Springer, 1991 Dordrecht.

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY (EFSA). **EFSA Scientific Report**, n.91, p.1-84, 2006.

EUROPEAN UNION (EU). **Assessment Report Spinosad PT18**. May 2010, 51p. Directive 98/8/EC concerning the placing biocidal products on the market.

EUROPEAN UNION (EU). **Cyromazine Product-type 18 (Insecticides, acaricides and products to control other arthropods)**, Regulation (EU) n.528/2012 concerning the making available on the market and use of biocidal products- Evaluation of active substances, Assessment Report Product-type 18, February, 2016, 68p.

—. **REGULATIONS: COMMISSION DELEGATED REGULATION (EU) 2022/643 of 10 February 2022**, p. L118/14-L118/54, 20.4.2022, Official Journal of European Union.

—. EUROPEAN CHEMICALS AGENCY (ECHA). **Informations on chemicals**. Disponíveis em: <https://echa.europa.eu/information-on-chemicals> e <https://echa.europa.eu/documents/10162/bb4342c2-64f1-d184-e8d8-334f02842f9b> Acessos em: 2019, 2020, 2021, 2022.

—. EUROPEAN CHEMICAL AGENCY (ECHA). **CHLORPYRIFOS- Draft proposal for listing Chlorpyrifos in Annex A to the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants**, October 2020,

—. DIRECTIVE 98/8/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 16 February 1998 concerning the placing of biocidal products on the market. **Official Journal of the European Communities**, 16 February 1998, L 123/1- L 123/63

FAVA, I.; ORRÙ, M. A.; CROBE, A.; BARRA CARACCIOLI, A.; BOTTONI, P.; FUNARI, E. Pesticide metabolites as contaminants of groundwater resources: assessment of the leaching potential of endosulfan sulfate, 2,6-dichlorobenzoic acid, 3,4-dichloroaniline, 2,4-dichlorophenol and 4-chloro-2-methylphenol, **Microchem. J.**, v.79, p.207-211, 2005.

FERNANDÉZ-PÉREZ, M. Controlled release systems to prevent the agro-environmental pollution derived from pesticide use. **J. Environ. Sci. Health B**, n. 42, p. 857-862, 2007.

FERRACINI, V. L.; PESSOA, M. C. P. Y.; MINGOTI, R.; RAMOS, G. G.; JACOMO, B. de O.; GOMES, M. A. F.; MARINHO-PRADO, J. S.; PARANHOS, B. de A. G. Estratégias prospectivas de uso de controle químico para o manejo sustentável de *Anastrepha curvicauda* em mamão. In.: OLIVEIRA JUNIOR, J. M. B; GALVÃO, L. B. (orgs) **Entomologia: Estudos sobre a biodiversidade, fisiologia, controle e importância médica dos insetos 2**. Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2022, p.14-50 (Capítulo 2).

FERRACINI, V. L.; PESSOA, M. C. P. Y.; MINGOTI, R.; GOMES, M. A. F.; MARINHO-PRADO, J. S.; RAMOS, G. G.; DAMACENO, T. G.; SIQUEIRA, C. de A.; JACOMO, B. de O. **Seleção de produtos químicos para o controle de Aleurocanthus woglumi e de Drosophila suzukii**, Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente/Embrapa Territorial, Relatório Técnico, 20 dez. 2020, 74p. (Projeto DefesaInsetos, enviado DSV/SDA/Mapa).

FIDELIS, E. G.; LOHMANN, T. R.; SILVA, M. L. da; PARIZZI, P.; BARBOSA, F. F. L. (Ed.). **Priorização de pragas quarentenárias ausentes no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 510 p.

FLETCHER, C. **Environmental fate review- cyromazine**. 18 jan. 1985, 5p.

FLUORIDE ACTION NETWORK PESTICIDE PROJECT (FAN's Pesticide Project), **Pesticides**, FluorideAlert.org. [online].

FRIEDRICH, K; SILVEIRA, G. R. da; AMAZONAS, J. C.; GURGEL, A. do M.; ALMEIDA, V. E. S. de; SARPA, M. Situação regulatória internacional de agrotóxicos com uso autorizado no Brasil: potencial de danos sobre a saúde e impactos ambientais, **Cadernos de Saúde Pública**, v.37, n.4, 2021.

GARCIA, E. G. **Avaliação das consequências da “Lei dos Agrotóxicos” nas intoxicações e nas classificações toxicológica e de potencial de periculosidade ambiental no período de 1990 a 2000**, São Paulo, SP: Departamento de Saúde Ambiental/Faculdade de Saúde Pública/Universidade de São Paulo (USP), 2001, 202p.

GAO, J. J.; LIU, L.; LIU, X.; LU, J.; HAO, H.; YUAN, H.; ZHOU, H. The organic contamination survey and health risk assessment of 16 source water reservoirs in Haihe River basin. **Water Sci. Technol.**, v.65, n.6, p.998-1006, 2012.

GOMES, M. A. F.; PESSOA, M. C. P. Y. (Ed.). **Planejamento ambiental do espaço rural com ênfase para microbacias hidrográficas: manejo de recursos hídricos, ferramentas computacionais e educação ambiental**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2010. 407 p.

GONÇALVES, C.M.; SILVA, J.C.; ALPENDURADA, M.F. Evaluation of the pesticide contamination of groundwater sampled over two years from a vulnerable zone in Portugal. **J. Agric. Food Chem.**, v.55, n. 15, p.6227-35. 2007.

GOSS, D. W. Screening procedure for soils and pesticides for potential water quality impacts. **Weed Technology**, v.6, n. 3, p. 701-708, 1992.

GUSTAFSON, D. I. Groundwater ubiquity score: a simple method for assessing pesticide leachability. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v.8, n.4, p. 339-357, 1989.

HALL, K. E.; RAY, C.; KI, S. J.; SPOKAS, K. A.; KOSKINEN, W. C. Pesticide sorption and leaching potential on three Hawaiian soils. **J. Environ. Manage.**, 159, p. 227-234. 2015.

HANSON, W.; STRID, A.; HALLMAN, A.; JENKINS, J. 2018. **Cyfluthrin general fact sheet**. National Pesticide Information Center, Oregon State Univ. Extension Services. Disponível em: [npic.orst.edu/factsheets/cyfluthringen.html](http://npic.orst.edu/factsheets/cyfluthringen.html) Acesso em: 01.abr. 2021.

HARPER, B.; LUUKINEN, B.; GERVAIS, J. A.; BUHL, K.; STONE, D. **Diazinon Technical Fact Sheet**; National Pesticide Information Center, Oregon State University Extension Services. Jan., 2009.

HE, Q., YANG, Q., LIU, Q., HU, Z., GAO, Q., DONG, Y., XIAO, J., YU, L. AND CAO, H, The effects of beta-cypermethrin, chlorbenzuron, chlorothalonil, and pendimethalin on *Apis mellifera ligustica* and *Apis cerana cerana* larvae reared in vitro . **Pest management Science**, v. 78, n. 4, p.1407-1416, 2021.

HEDIA, R.M. R.; EL-ASWAD, A. F. Spinosad adsorption on Humic and Clay constituents of Lacustrine Egyptian soils and its leaching potential, **Alex. Sci. Exch.**, v. 37, n.3, 2016.

INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER. INCA. **Agrotóxicos**. Publicado em 20/05/2022, atualizado em 10/11/2022.

INTERNATIONAL PROGRAMME ON CHEMICAL SAFETY (IPCS). **INCHEM**. Pesticide Residues in food/ Environmental Health Criteria. Disponível em: <https://inchem.org> Acessos em: 1987, 1990, 1992, 2019, 2020, 2022.

INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERAÇÃO PARA A AGRICULTURA (IICA), **Avaliação das consequências econômicas, não comerciais e ambientais da entrada da praga *Bactrocera dorsalis***, 2019. 54p.

JACKSON, D.; CORNELL, C. B.; LUUKINEN, B.; BUHL, K.; STONE, D. **Fipronil Technical Fact Sheet**; National Pesticide Information Center, Oregon State University Extension Services. Jan., 2009.

JACOB, C. R. de O. **Impacto de inseticidas neonicotinoides em abelhas africanizadas e nativas sem ferrão (Hymenoptera: Apoidea)**: toxicidade, alterações na atividade de locomoção e riqueza de espécies em pomares de citros, Piracicaba, SP: ESALQ/USP, 2019. 82p.

JOHANSEN, C. A. Pesticides and pollinators. **Ann. Rev. Entomol.**, n. 22, p.177-192. 1977.

JOHNSON, R. M.; ELLIS, M. D.; MULLIN, C. A.; FRAZIER, M. Pesticides and honey bee toxicity – USA, **Apidologie**, (Review article). INRA/DIB-AGIB/EDP Sciences, 2010. p. 1-20.

KANEKO, H. Pyrethroid chemistry and metabolism. In: **Hayes' Handbook of pesticide Toxicology** (third ed.) 2010.

KHALIJAN, A; SOBHANDARAKANI, S.; CHERAGHI, M. Investigation of diazinon residue in groundwater resources of Hamedan-Bahar Plain in 2014. **Iranian Journal of Research in Environmental Health**, v.2, n.3, p. 203-211, 2016.

KNAPIK, L. F. O. **Ecotoxicidade do inseticida malathion e seus efeitos sobre os biomarcadores ensaio cometa e acetilcolinesterase em Daphnia**. Dissertação de Mestrado. Curitiba, PR: Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental/ Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2018. p. 45-52.

KOLUPAEVA, V. N.; KOKOREVA, A. A.; BELIKI, A. A.; PLETENEV, P. A. Study of the behavior of the new insecticide cyantraniliprole in large lysimeters of the Moscow State University. **Open Agriculture**, n.4, p. 599-60, 2019.

KUMAR, G.; SINGH, S.; NAGARAJAIAH, R. P. K. Detailed Review on Pesticidal Toxicity to Honey Bees and Its Management, IN: RANZ, R. E. R. **Modern Beekeeping** - Bases for Sustainable Production, IntechOpen, February 20th 2020, online (Chapter). DOI: 10.5772/intechopen.91196.

KURWADKAR, S. T. et al. Time dependent sorption behavior of dinotefuran, imidacloprid and thiamethoxam. **J. Environ. Sci. Health B**, v.48, n.4, p.237-242, 2013.

LASOTA, J. A.; DYBAS, R. A. Abamectin as a pesticide for agricultural use. **Proc. of Symposium on Onchorceriasis**, Leiden, The Netherland, v. 59, p. 217- 225, 1990.

LEWIS, K. A.; TZILIVAKIS, J.; WARNER, D.; GREEN, A. An international database for pesticide risk assessments and management. **Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal**, v.22, n.4, p.1050-1064, 2016. **Atualizado em 19. Jan. 2023.**

LIANG, F.; WU, J. J.; LIANG, G. Q. The first report of the test on the flight ability of oriental fruit fly. **Acta Agriculture University Jiangxi**, v.2, n.1, p. 259-260, 2001.

LIN, B.; YU, Y.; HU, X.; DENG, D.; ZHU, L.; WANG, W. Degradation Mechanisms of Phoxim in River Water, **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 2011, v. 59,

LIU, H.; ZHANG, D. J.; XU, Y.; WANG, L.; CHENG, D.; QI, Y.; ZENG, L.; LU, Y. Invasion, expansion, and control of *Bactrocera dorsalis* (Hendel) in China. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 18, n.4, p.771-787, 2019.

LIU, L.; LIU, J.; WANG, Q.; NDAYIRAGIJE, P.; NTAHIMPERA, A.; NKUBAYE, E.; YANG, Q.; LI, Z. Identification of *Bactrocera invadens* (Diptera: Tephritidae) from Burundi, based on morphological characteristics and DNA barcode. **African Journal of Biotechnology**, v.10, n.62, p.13623-13630, 2011.

LIU, Y.; LIN, N.; MO, R.; SHEN, D.; ZHONG, D.; TANG, F. Environmental behaviors of phoxim with two formulations in bamboo forest under soil surface mulching, **Journal of Environmental Sciences**, v. 35, 17 jun 2015.

LONG, R.; GAN, J.; NETT, M. Pesticide Choice: Best Management Practice (BMP) for Protecting Surface Water Quality in Agriculture, **University of California -Agriculture & Natural Resources (US-ANR)**, publication 8161, 2005. 9p.

MANRAKHAN, A.; VENTER, J.; HATTINGH, V. **Action Plan for the control of the Oriental fruit fly *Bactrocera dorsalis* (Hendel)**. Pretoria, Republic of South Africa: Department of Agriculture, Forestry and Fisheries. 2018. 56p.

MARQUES, J. G. de C.; LYRA, M. R. C. C.; CARVALHO, R. M. C. M. de O.; NASCIMENTO, R. M. do; SILVA, J. A. A. da; MONTENEGRO, S. M. G. L. Comparação entre índices de potencial de lixiviação para agrotóxicos utilizados na Sub-Bacia do Natuba, Vila de Santo Antônio-Pernambuco. Águas Subterrâneas, v. 33, n.1, p. 58-67, 2019.

MAYES, M. A.; THOMPSON, G. D.; HUSBAND, B.; MILES, M. M. Spinosad toxicity to pollinators and associated risk. **Rev. Environ. Contam. Toxicol.**, p. 37-71. 2003.

MEDEIROS, J. F. de; ACAYABA, R. D.; MONTAGNER, C. C. A química na avaliação do impacto à saúde humana diante da exposição aos pesticidas. **Química Nova**, v.44, n.5, p. 584-598, 2021.

MEJIAS, E.; GARRIDO, T. Determination of pesticides residues in bee products: An overview of the current analytical methods. In: RANZ, R. E. R. (ed.) **Insecticides: impact and benefits of its use for humanity**. 22 Feb. 2022.

MILES, M.; MAYES, M.; DUTTON, R. The effects of spinosad, a naturally derived insect control agent, to the honeybee (*Apis mellifera*). **Meded Rijksuniv Gent Fak Landbouwk Toegep Biol Wet.**, v.67, n.3, p. 611-6, 2002.

MILHOME, M. A. L.; SOUSA, D. de O. B. de; LIMA, F. de A. F.; NASCIMENTO, R. F. do. Avaliação da contaminação de águas superficiais e subterrâneas por pesticidas aplicados na agricultura do Baixo Jaguaribe, CE. **Eng. Sanit. Ambient.**, v.14, n.3, p.363-372, 2009.

MINNESOTA DEPARTMENT OF AGRICULTURE (MDA). Pesticides and bee toxicity. Online. 2021. Disponível em: <https://www.mda.state.mn.us/protecting/bmps/pollinators/beetoxicity> Acesso em: 21 out. 2021.

MONTANHA, F. P.; PIMPÃO, C. T. Efeitos tóxicos de piretróides (Cipermetrina e Deltametrina) em peixes- revisão. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, ano IX, n.18, 58p., 2012.

MOREIRA, F. R.; HAJI, F. N. P.; COSTA, N. D.; OLIVEIRA, M. D. de. **Cultivo de cebola no Nordeste**, Petrolina, PE: Embrapa Semiárido, Sistema de Produção 3, nov/ 2007.

NARAYANAN, N.; GAJBHIYE, V. T.; GUPTA, S.; MANJAIH, K.M. Leaching behavior of Chlorothalonil, Chlorpyrifos and Pendimethalin in soil: effect of soil organic matter and clay. **Clay Research**, v. 33, n. 1, p.15-25, 2014.

NATIONAL PESTICIDE INFORMATION CENTER (NPIC). Pesticide Fact Sheets. Disponível em: <http://npic.orst.edu/npicfact.htm> Acessos em: 2009, 2022.

OTIENO, P.O.; LALAH, J.O.; VIRANI, M.; JONDIKO, I.O.; SCHRAMM, K.W. Soil and water contamination with carbofuran residues in agricultural farmlands in Kenya following the application of the technical formulation Furadan. **J. Environ. Sci. Health B**, v.45, n.2, p.137-44, 2010.

PAPA. E.; CASTIGLIONI, S.; GRAMATICA, P.; NIKOLAYENKO, V.; KAYUMOV, O.; CALAMARI, D. Screening the leaching tendency of pesticides applied in the AmuDarya Basin (Uzbekistan). **Water Research**, v.38, p.3485-3494, 2004.

PARANJAPE, K.; GOWARIKER, V.; KRISHNAMURTHY, V. N.; GOWARIKER, S. **The Pesticide Encyclopedia**. Wallingford, Oxfordshire, UK: CABI ed., Feb.20, 2015, 726p.

PENG, G.; LU, Y.; HE, O.; MMEREKI, D.; CHOU, G.; CHEN, J.; TANG, X. Determination of 3,5,6-trichloro-2-pyridinol, phoxim and chlorpyrifos-methyl in water samples using a new pretreatment method coupled with high-performance liquid chromatography, **Journal of Separation Science**, v. 38, n. 24, 2015.

PESTICIDE ACTION NETWORK INTERNATIONAL (PAN). **Pesticide Database**. Disponível em: <https://basedosdados.org/database/pan-pesticide-database> Acesso em: 17 jun. 2021.

PESTICIDE ACTION NETWORK NORTH AMERICA (PAN.NORTH AMERICA) Chemical. Disponível em: <https://www.pesticideinfo.org/> Acesso em: 17 jun. 2021.

PIZANO, M. A. **Resíduos de fenitrothion em frutos, folhas, solo e água de irrigação em cultura estaqueada de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.)**. Piracicaba, SP: ESALQ/USP, 1997. 115p. (Tese de Doutorado).

RAMOS, G. G.; FERRACINI, V. L.; PESSOA, M. C. P. Y. Potencial de transporte de agrotóxicos utilizados no controle de *Drosophila suzukii* e *Aleurocanthus woglumi* por modelos screening. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 15., 2021. **Anais...** Campinas: IZ, 2021. 12 p. (Resumo Expandido).

RANI, M.; SAINI, S.; KUMARI, B. Leaching behaviour of chlorpyrifos and cypermethrin in sandy loam soil. **Environ. Monit. Assess.**, n.186, p.175–182, 2014.

SAGE PESTICIDES. **Effects toxiques des matières actives**. Quebec, Canada. 2021.

SAHOO, A.; ADHYA, T.K.; BHUYAN, S.; SETHUNATHAN, N. Effect of moisture regime, temperature, and organic matter on soil persistence of carbosulfan. **Bull. Environ. Contam. Toxicol.**, v.50, p.29-34, 1993.

SCOTLAND. SCOTTISH ENVIRONMENT PROTECTION AGENCY (SEPA). **List of groundwater hazardous and non-hazardous substances and their associated concentrations**. Nov, 2020. Available at: [https://consultation.sepa.org.uk/circular-economy/78f28f61/user\\_uploads/list-of-standards-06112020.pdf](https://consultation.sepa.org.uk/circular-economy/78f28f61/user_uploads/list-of-standards-06112020.pdf) Acesso em: 02. fev.2022.

SELIM, H. M.; ZHU, H. Retention and mobility of deltamethrin in soils: 2. **Transport. Soil Science**, v. 167, n. 9, p. 580-589, Sep. 2002.

SILVA, C. M. M. de S.; FAY, E. F. (Ed.). **Agrotóxicos e ambiente**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 107-143.

SILVA, M. L da; FIDELIS, E. G.; NEGRINI, M.; COLMENARE, Y. C. *Bactrocera dorsalis* (Handel 1912) (Diptera: Tephritidae), 2018. pp. 135-154 (Capítulo 10). IN: FIDELIS, E. G.; LOHEMAN, T. R.; SILVA, M. L. da; PARIZZI, P.; LARANJEIRA, F. F. **Priorização de Pragas Quarentenárias Ausentes no Brasil**, Brasília, DF: Embrapa, 2018. 497 p.

SOARES, D. F.; FARIA, A. M.; ROSA, A. H. Análise de risco de contaminação de água subterrâneas por resíduos de agrotóxicos no município de Campo Novo do Parecis (MT). **Eng. Sanit. e Ambient.**, v.22, n.2, mar/abr 2017 | 277-284.

SOMASUNDARAM, L.; JAYACHANDRAN, K.; KRUGER, E. L.; RACKE, K. D.; MOORMAN, T. B.; DVORAK, T.; COATS, J. R. Degradation of isazofos in the soil environment. **J. Agric. Food Chem.**, v. 41, n. 2, p.313-318, 1993.

SYNGENTA. FORTENZA 600 FS®, 2021, revisado agosto, 2022.

TCHOUNWOU, P. B.; PATLOLLA, A. K.; YEDJOU, C. G.; MOORE, P. D. Environmental Exposure and Health Effects Associated with Malathion Toxicity, Cap. 3. p. 71 - 92. In: LARRAMENDY, M. L.; SOLO, S. **Toxicity and Hazard of Agrochem.**, July 22, 2015.

TINGLE, C.C.; ROTHER, J.A.; DEWHURST, C.F.; LAUER, S.; KING, W.J. Fipronil: environmental fate, ecotoxicology, and human health concerns. **Rev. Environ. Contam. Toxicol.**, n.176, p.1-66. 2003.

TIRADO, R.; SIMON, G.; JOHNSTON, P. **Bee in decline: a review of factors that put pollinators and agriculture in Europe in risk**. Greenpeace research laboratories, Technical report review 01/2013. 2013. 48p.

TUNCEL, S. G.; OZTAS, N. B.; ERDURAN, M. S. Air and groundwater pollution in an agricultural region of the Turkish Mediterranean coast. **J. Air Waste Manage. Assoc.**, v.58, n.9, p.1240-9, 2008.

UNITED KINGDOM. The PPDB. **PPDB**: pesticide properties database. Hatfield: University of Herfordshire, Disponível em: <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/index.htm> Acessado em: 2020, 2021, 2022, 2023.

UNITED NATIONS. UNEP. **UNEP/POPS/POPRC.8/INF/29**, in: Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants, 27 November 2012. 144p.

UNITED STATES OF AMERICA (USA).DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES (DHHS). NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH (NIH). NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE (NLM). **PubChem**. Explore Chemistry. Bethesda, MD: National Center of Biotechnology Information, Disponível em: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov> Acesso em: 2020, 2021, 2022, 2023.

...DEPARTMENT OF HEALTHY AND HUMAN SERVICE (DHHS). **Toxicological profile for pyrethrins and pyrethroids**. Sept., 2003. 328p.

... ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). **Pesticide Fact Sheet: Spinosad**, 19 July 1999. 10p.

... ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). US-EPA **Pesticides Cyromazine**, 1994. 13p. (Reviewed by J. K. Wolf). Disponível em: [https://www3.epa.gov/pesticides/chem\\_search/cleared\\_reviews/csr\\_PC-121301\\_15-Mar-94\\_a.pdf](https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/cleared_reviews/csr_PC-121301_15-Mar-94_a.pdf) Acesso em: 14 abr.2022.

...ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). **Guidance for the Reregistration of Pesticide Products Containing Fenitrothion**. US EPA, Office of Pesticide Programs, Registration Div., Washington, DC. July 1987, 132 p.

...UNIVERSITY OF CALIFORNIA-DAVIS (UCLA/DAVIS). **Pesticide Information- active ingredient Cyfluthrin**. University of California Agriculture & Natural resources, UC-IPM, Statewide Integrated Pest Management Program. 2022.

WENZEL, A.; SHEMOTYUK, L. **EQS DATASHEET - ENVIRONMENTAL QUALITY STANDARD PHOXIM**.

VARGAS, R. I.; PIÑERO, J. C.; LEBLANC, L. An overview of pest species of *Bactrocera* fruit flies (Diptera: Tephritidae) and the integration of biopesticides with other biological approaches for their management with a focus on the Pacific region. **Insects**, v. 6, n.2, p. 297-318. 2015.

VARGAS, R. I.; LEBLANC, L.; PUTOA, R.; EITAM, A. Impact of introduction of *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae) and classical biological control releases of *Fopius arisanus* (Hymenoptera: Braconidae) on economically important fruit flies in French Polynesia. **J. Econ. Entomol.**, v.100, n.3, p. 670- 679, June 2007.

WEBER, J.; HALSALL, C.J.; MUIR, D.; TEIXEIRA, C.; SMALL, J.; SOLOMON, K.; HERMANSON, M.; HUNG, H.; BIDLEMAN, T. Endosulfan, a global pesticide: a review of its fate in the environment and occurrence in the Arctic. **Sci. Total Environ.**, 2010 Jul 1, v.408, n.15, p. 2966-84.

WENZEL, A.; SHEMOTYUK, L. **EQS DATASHEET - ENVIRONMENTAL QUALITY STANDARD- PHOXIM**, May 2014. 24p. (Datasheet\_Phoxim\_EQS\_Proposal\_May\_2014\_FKZ 3712 28 232).

WANG, D.; NAITO, H.; NAKAJIMA, T. The Toxicity of Fenitrothion and Permethrin, 2012. p.85-98 (Cap. 4) IN: PERVEEN, F. K.(ed.) **Insecticides- Pest Engineering**, feb. 2012.

WEI, D.; JIANG, M.; DOU, W.; WANG, J. Oriental Fruit Fly *Bactrocera dorsalis* (Hendel). 2017. In: WAN, F. et al. (eds.). **Biological invasions and its management in China**, Invading Nature - Springer Series in Invasion Ecology 11, .p.267-283, 2017.(Chapter 15)

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Dichlorvos in Drinking-water** - Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality, WHO/FWC/WSH/16.44. 2016. 12p.

... **Guidelines for drinking-water quality management for New Zealand**. V.2. DATASHEETS – Chemical and physical determinants: Part 2.3 Pesticides. p. 324, 2019.

... **Guidelines for drinking-water quality**, fourth edition. 2011. 541p. Genebra, Suíça.

... **Fenitrothion in Drinking-water:** Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Qualit, WHO /SDE/WSH/03.04/95, 2004, 14p.

... INTERNATIONAL PROGRAM ON CHEMICAL SAFETY (IPCS). INTERNATIONAL PEER REVIEWED CHEMICAL SAFETY (INCHEM).

ZHANG, C. P.; HE, H. M.; YU, J. Z.; HU, X. Q.; ZHU, Y. H.; WANG, Q. Residues of carbosulfan and its metabolites carbofuran and 3-hydroxy carbofuran in rice field ecosystem in China. **J. Environ. Sci. Health B.**, v.51, n.6, p.351-7, 2016.

ZHANG, X.; WANG, X.; LIU, Y.; FANG, K.; LIU, T. Residue and toxicity of cyantraniliprole and its main metabolite J9Z38 in soil-earthworm microcosms. **Chemosphere**, v.249, june 2020.

# CAPÍTULO 6

## ZONEAMENTOS DE ÁREAS APTAS À PRAGA QUARENTENÁRIA AUSENTE *BACTROCERA DORSALIS* PARA APOIAR ESTRATÉGIAS DE CONTROLE

---

*Data de submissão: 27/07/2023*

*Data de aceite: 01/09/2023*

### **Rafael Mingoti**

Embrapa Territorial  
Campinas, São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/3479283038505977>

**Maria Conceição Peres Young Pessoa**  
Embrapa Meio Ambiente  
Jaguariúna, São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/7609273004875279>

### **Bárbara de Oliveira Jacomo**

Bolsista Embrapa Territorial/Graduanda  
Ciências Biológicas-UNICAMP (período:  
novembro/2019 a julho/2021)  
Campinas, São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/9208682264184448>

### **Marco Antonio Ferreira Gomes**

Embrapa Meio Ambiente  
Jaguariúna, São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/5589120793657544>

### **Tainara Gimenes Damaceno**

Bolsista Embrapa Territorial/Graduanda  
Geografia- UNICAMP  
(período: fevereiro/2020 a  
dezembro/2021)  
Campinas – São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/7865891732563110>

### **Catarina de Araújo Siqueira**

Bolsista Embrapa Territorial/Graduanda  
Eng. Ambiental e Sanitária- PUCCamp  
(período: fevereiro/2019 a  
dezembro/2020)  
Campinas – São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/1756072292762781>

### **Vera Lucia Ferracini**

Embrapa Meio Ambiente  
Jaguariúna, São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/6614285934767123>

### **Jeanne Scardini Marinho-Prado**

Laboratório de Quarentena “Costa Lima”/  
Embrapa Meio Ambiente  
Jaguariúna- São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/8742593129238690>

### **Giovanna Galhardo Ramos**

Bolsista Embrapa Meio Ambiente/  
Graduanda Medicina Veterinária-UNIFAJ  
(período: março/2020 a julho/2021)  
Jaguariúna, São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/9267496163655298>

### **Beatriz de Aguiar Giordano Paranhos**

Embrapa Semiárido  
Petrolina, Pernambuco  
<http://lattes.cnpq.br/6606136052148527>

**RESUMO:** Este trabalho apresenta

zoneamentos territoriais de áreas aptas à praga quarentenária ausente (PQA) *Bactrocera dorsalis* Hendel, 1912 (Diptera: Tephritidae), elaborados para apoiar estratégias de controle, principalmente químico, em caso de sua entrada no Brasil. Técnicas de geoprocessamento em SIG ArcGIS foram utilizadas considerando: a) dados de literatura nacional que apresentaram os zoneamentos territoriais mensais de áreas brasileiras aptas a PQA *B. dorsalis*; b) T e UR médias mensais nacionais (período de 1961 a 2021) obtidas a partir do BDMEP/INMET; c) malha municipal do país de 2018 (IBGE); d) planos de informação de áreas frágeis nacionais (representadas por aquíferos sedimentares cársticos e granulares e pluviosidades superiores a 250mm.ano<sup>-1</sup>), disponibilizados pela Embrapa. O zoneamento de áreas favoráveis ao melhor desenvolvimento da PQA *B. dorsalis* em ao menos um mês do ano, em áreas plantadas no Brasil de cultivos de 18 hospedeiros foi disponibilizado, sinalizando áreas onde o monitoramento do inseto deve ser intensificado, dado que nelas são esperadas as maiores necessidades de uso de medidas de controles (químico ou biológico). O cruzamento deste zoneamento com os planos de informações de áreas frágeis nacionais disponibilizou o zoneamento territorial de áreas mais favoráveis à *B. dorsalis* localizado em áreas frágeis nacionais, indicando áreas onde agrotóxicos com princípios ativos de maiores potenciais de transportes (lixiviação ou escoamento superficial) devam ser utilizados com cautela, para evitar contaminações indesejáveis de solo ou agua. Essas áreas são indicadas para uso de controle biológico, caso aptas também aos bioagentes. Os resultados apoiam políticas públicas de defesa fitossanitária nacional.

**PALAVRAS-CHAVE:** manejo integrado de pragas; SIG; praga quarentenária ausente; Brasil

## TERRITORIAL ZONING MAPS OF SUITABLE AREAS FOR THE ABSENT QUARANTINE PEST *BACTROCERA DORSALIS* TO SUPPORT STRATEGIES OF CONTROL

**ABSTRACT:** This work presents the territorial zoning maps of the areas apt for the absent quarantine pest (AQP) *Bactrocera dorsalis* Hendel, 1912 (Diptera: Tephritidae), which were performed focusing on support strategies of control, mainly chemical, in case of its incursion in Brazil. Geoprocessing techniques on GIS ArcGIS were used, making use of: a) national literature data, which presented the monthly territorial zoning maps of the Brazilian areas apt for the AQP *B. dorsalis*; b) national monthly averages of temperature (T) and of relative humidity (RH) (period from 1961 to 2021) obtained from those of BDMEP/INMET; c) municipalities grid of the country in 2018 (IBGE); and d) information plans of national fragile areas (represented by granulated and karstic sedimentary aquifers and of pluviosity above 250 mm.year<sup>-1</sup>), both performed by Embrapa. The zoning map of favorable areas for the better development of the AQP *B. dorsalis*, in at least one month in the year, on planted areas in Brazil with 18 host crops was made available, indicating areas where the monitoring of the insect should be intensified, given that the greatest need for the use of control (chemical or biological) measures would be expected. The crossing of this zoning with the information plans of national fragile areas made available the territorial zoning map of areas favorable for *B. dorsalis* located in national fragile areas, which indicated where the pesticides with active ingredients of greater transport potential (leaching or runoff) must be used under caution, to avoid undesirable contaminations of soil and of water. These areas are indicated for the use of biological control, if they are also suitable for the bioagents. The results obtained support

public policies of national phytosanitary defense.

**KEYWORDS:** integrated pest management; GIS; absent quarantine pest; Brazil.

## 1 | INTRODUÇÃO

O complexo *Bactrocera dorsalis* compreende cerca de 85 espécies (VARGAS, PIÑERO & LEBLANC, 2015), dentre as quais foram consideradas polífagas *B. philippinensis*, *B. papayae*, *B. invadens* e *B. carambolae* (CLARKE et al., 2005). Porém, estudos posteriores constataram que *B. papayae*, *B. invadens* e *B. philippinensis* representam uma mesma espécie, a saber *B. dorsalis* (SCHULTZE et al., 2015a,b).

*Bactrocera dorsalis* Hendel, 1912 (Diptera: Tephritidae) é um inseto-praga nativo dos trópicos, provavelmente de origem asiática, que se alimenta de mais de 300 espécies hospedeiras (SAMAYOA et al., 2018; SILVA et al., 2018; IICA, 2019; CABI, 2020). O inseto também se destaca pela alta fecundidade, pelas capacidades de dispersão, invasão e adaptação e pela resistência aos inseticidas utilizados em seu controle populacional, motivos pelos quais é uma das espécies mais importantes da família Tephritidae (CLARKE et al., 2005; EKESI, DIMBI & MANIANIA, 2007; FROERER et al., 2010; VARGAS, PIÑERO & LEBLANC, 2015; WEI et al., 2017). *Bactrocera dorsalis* encontra-se distribuído em países da Ásia, África e Oceania (VARGAS et al., 2007; WEI et al., 2017; MANRAKHAN, VENTER & HATTINGH, 2018; SILVA et al., 2018; IICA, 2019). Este inseto-praga também foi citado sob condição de controle oficial, com foco na erradicação e com área delimitada por quarentena, em áreas restritas específicas dos Estados Unidos (Califórnia) (SILVA et al., 2018). Weems et al. (2019) indicaram que as detecções do inseto tanto na Califórnia quanto na Flórida são frequentes, onde neste último, ao serem identificadas, desencadeiam programas de erradicação que obtêm sucesso na rápida erradicação dos surtos. Entretanto, os mesmos autores citaram que o inseto está presente em todas as principais ilhas havaianas, pertencentes também aos EUA e, portanto, no continente americano. Nugnes et al. (2018) reportaram a primeira interceptação de *B. dorsalis* em campo na Europa, ocorrida na Região de Campania (Sul da Itália).

No Brasil, *Bactrocera dorsalis* é praga quarentenária ausente (PQA) (Portaria SDA nº 617 de 11 de julho de 2022) (BRASIL, 2022) e, portanto, encontra-se entre os insetos-pragas ausentes com risco iminente de entrada e com impacto para cultivos de importância econômica no país. Entre os cultivos hospedeiros da PQA (STIBICK, 2004; MARGOSIAN et al., 2007; WEI et al., 2017; IICA, 2019; CABI, 2020), citam-se também os de abacate, banana, cacau, café, caju, caqui, citros (laranja, limão e tangerina), feijão, goiaba, maçã, mamão, manga, maracujá, melão, melancia e tomate, destacados como de importância econômica em caso de ingresso da praga no Brasil (FIDELIS et al., 2018; SILVA et al., 2018).

A literatura vem indicando o potencial impacto negativo que o ingresso de uma

nova PQA pode gerar no país, principalmente em áreas cujos ataques são favorecidos por condições locais mais adequadas ao estabelecimento desses organismos exóticos (MINGOTI et al., 2017, 2019, 2022a,b; PESSOA et al., 2019, 2022; 2016a,b,c; HOLLER et al., 2016). Danos causados por pragas quarentenárias ausentes que ingressaram no Brasil, em alguns casos demandando estado de emergência fitossanitária, já foram notórios, tais como os observados para *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) na safra de 2012/2013 (PESSOA et al., 2016a). Por essa razão, prospectar preventivamente conhecimento sobre essas pragas quarentenárias ausentes contribui para minimizar prejuízos diretos e indiretos, em caso de detecção da invasão desses novos organismos no país (FERRACINI et al., 2020, 2022).

Em caso de surtos populacionais mais severos dessa nova espécie, a redução imediata de sua população demandará o rápido uso de estratégias de controle, sendo frequentemente utilizado o controle químico (agrotóxicos). Porém, o risco de contaminação de solo e água pelo carreamento indesejado de princípios ativos (p.a.) de agrotóxicos, aplicados no controle de pragas, é intensificado por potenciais de transportes (lixiviação e/ou escoamento superficial (*runoff*) em partículas do solo) mais elevados, principalmente em áreas frágeis onde estes são ainda mais favorecidos pelas presenças de solos porosos, de aquíferos livres e de pluviosidades anuais igual ou superior a 250 mm.ano<sup>-1</sup>. (PESSOA et al., 1999, 2004; FERRACINI et al., 2001, 2020, 2022; FERRACINI & PESSOA, 2008; GOMES, 2008; GOMES, SPADOTTO & PESSOA, 2012; GOMES & BARIZON, 2014; GOMES & PEREIRA, 2014; DUAVÍ et al., 2015; DUARTE et al., 2016). Assim, a maior eficácia no uso da estratégia de controle químico, com a minimização de impactos ambientais negativos, poderá ser auxiliada pelo conhecimento prévio de áreas nacionais onde coexistam as presenças de cultivos hospedeiros e de condições climáticas que favoreçam o melhor desenvolvimento da PQA *B. dorsalis*, incluindo onde a maior vulnerabilidade a contaminações indesejadas sejam promovidas pelas fragilidades naturais já citadas. Esse conhecimento subsidiará políticas públicas com foco em estratégias preventivas de controle da PQA *B. dorsalis* e a sustentabilidade ambiental da agricultura brasileira.

Este capítulo apresenta zoneamentos territoriais de áreas aptas à praga quarentenária ausente (PQA) *Bactrocera dorsalis* Hendel, 1912 (Diptera: Tephritidae), elaborados para apoiar estratégias de controle, principalmente químico, em caso de sua entrada no Brasil.

## 2 | PRINCIPAIS INFORMAÇÕES BIOLÓGICAS, DANOS E PERDAS CAUSADAS PELO INSETO

A partir de levantamentos realizados em literatura técnico-científica internacional (BESS, 1953; BESS & HARAMOTO, 1961; STIBICK, 2004; CLARKE et al., 2005; EKESI, DIMBI & MANIANIA, 2007; MARGOSIAN et al., 2007; CHEN, YE & MU, 2007; RWOMUSHANA et al., 2008; CHEN & YE, 2008, 2017; RATTANAPUN, AMORNSAK &

CLARKE, 2009; FROERER et al., 2010; CHEN et al., 2011, 2015; LIU et al., 2011, 2019; NBOYINE, BILLAH & AFREH-NUAMAH, 2012; SCHULTZE et al., 2015a,b; VARGAS, PIÑERO & LEBLANC, 2015; WEI et al., 2017; KNAPIK, 2018; MANRAKHAN, VENTER & HATTINGH, 2018; NUGNES et al., 2018; SAMAYOA et al., 2018; SILVA et al., 2018; IICA, 2019; WEEMS et al., 2019; CABI, 2020; MICHEL et al., 2021), informações biológicas e de danos e perdas causadas por *B. dorsalis* foram obtidas, sendo resumidamente apresentadas a seguir.

O ciclo de vida de *B. dorsalis* apresenta as fases imaturas de ovo, larva (três instares) e de pupa e a fase adulta (fêmea pré-ovipositora, fêmea e macho). Stibick (2004) indicou que, em condições naturais, o ciclo tem duração de 25 a 64 dias. Porém Manrakhan, Venter & Hattingh (2018), citando Rwmushana et al. (2008), sinalizaram a influência da temperatura no desenvolvimento do inseto. A influência deste fator climático na duração das gerações do inseto também foi apontada por Manrakhan, Venter & Hattingh (2018), que informaram demandar, em média, 30,7 dias ( $28 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ). Os ovos de *B. dorsalis* são elípticos e brancos, depositados geralmente em lotes de 3 a 15 ovos, aproximadamente, a 0,63 cm de profundidade dentro do fruto (BESS & HARAMOTO, 1961). A duração da fase de ovo foi reportada por Silva et al. (2018) como demandando 1 a 2 dias (variando de 1 a 10 dias), corroborando com a apresentada como observada por Michel et al. (2021) que citaram a duração de 2,1 dias; também dentro da faixa apresentada por Stibick (2004), que a indicou variando de 1 a 20 dias.

Michel et al. (2021) sinalizaram que a duração média da fase larval como sendo de 11,93 dias e, portanto, dentro das faixas apresentadas por Silva et al. (2018) citando Samayoa et al. (2018) de 8 a 20 dias e por Stibick (2004) de 6 a 35 dias. Para a duração da fase pupal de *B. dorsalis*, Silva et al. (2018), citando Samayoa et al. (2018), informaram o período de 9 dias (em  $T = 27^{\circ}\text{C}$  e  $UR = 50$  a  $80\%$ ), podendo durar até 3 meses (SILVA et al., 2018 citando CHRISTENSON & FOOTE (1960)). Esse tempo informado para a fase encontra-se abaixo daquele reportado por Michel et al. (2021), de 11,5 dias, mas encontra-se dentro da faixa reportada por Stibick (2004), de 10 a 12 dias; Stibick (2004) também notou que, em condições frias onde o inseto possa entrar em diapausa, a fase pupal pode alcançar até 120 dias. Ainda para a duração da fase pupal, Bess & Haramoto (1961) relataram 10 dias. Os mesmos autores reportaram como duração do período de fêmea pré-ovipositora 8 a 12 dias e, portanto, superior ao relatado por Stibick (2004), que indicou demandar 5 dias. A variação relatada nos tempos de desenvolvimentos das fases imaturas do inseto corrobora com Manrakhan, Venter & Hattingh (2018) citando Rwmushana et al. (2008), que destacaram diferenças na duração da fase de ovo até a emergência do adulto, a saber de 75,74 dias a  $15^{\circ}\text{C}$ , de 31,45 dias a  $20^{\circ}\text{C}$ , de 21,19 dias a  $25^{\circ}\text{C}$  e de 17,76 a  $30^{\circ}\text{C}$ . Acrescenta-se ainda que Wei et al. (2017) indicaram que *B. dorsalis* pode se adaptar a uma ampla faixa de umidade. Todavia, Rwmushana et al. (2008) indicou  $T = 20$  a  $30^{\circ}\text{C}$  e  $UR = 50 \pm 8\%$  como as faixas de desenvolvimento mais favoráveis ao inseto

(melhor desenvolvimento ou desenvolvimento ótimo).

Stibick (2004) indicou que fêmeas isoladas após um único acasalamento continuavam apresentando potencial para depositar ovos férteis por toda a vida. Nesse contexto, Silva et al. (2018) reportaram a capacidade de 3000 ovos/fêmea, sendo que em condições de campo esses autores, citando Christenson & Foote (1960), indicaram a faixa de 1200 a 1500 ovos. As fecundidades, longevidades de adultos (fêmeas e machos) de *B. dorsalis*, bem como períodos de pré-oviposição da fêmea, também foram apresentadas por Michel et al. (2021), considerando seis faixas de temperaturas (de 15 a 35 °C, variando de 5 em 5 °C). As maiores fecundidades por fêmea foram obtidas pelos autores a 20 °C (2120,60  $\pm$  154,68) e a 25 °C (2389,90  $\pm$  116,20), enquanto os menores períodos de pré-oviposição foram observados a 25 °C (9,7  $\pm$  0,4 dias) e 30 °C (9,4  $\pm$  0,3 dias). A sobrevivência dos adultos foi relatada por Silva et al. (2018) com duração de 1 a 3 meses, sendo que, em temperaturas baixas, atingiu até um ano; corroborando com o reportado por Stibick (2004). As longevidades de machos, que variou de 156,26  $\pm$  4,63 a 9,38  $\pm$  0,27 dias, e de fêmeas, de 179,63  $\pm$  5,51 a 9,66  $\pm$  0,47 dias, foram distintas e variaram inversamente proporcional às temperaturas; com as maiores longevidades ocorrendo em menores temperaturas (MICHEL et al., 2021). A capacidade de voo de *B. dorsalis* é de 50 a 100 Km, conforme indicada por Silva et al. (2018) citando Yan (1984), Liang, Wu & Liang (2001), Chen, Ye & Mu (2007) e Chen et al. (2015).

Aspectos morfológicos de *B. dorsalis*, entre outros que facilitam a identificação da espécie, sinais de danos e manejo, encontram-se disponíveis na literatura (NBOYINE, BILLAH & AFREH-NUAMAH, 2012; SCHULTZE et al., 2015b; WEI et al., 2017; NUGNES et al., 2018; WEEMS et al., 2019).

O dano causado pela presença de *B. dorsalis* dá-se tanto pela oviposição quanto pela sua alimentação na fase larval, que ocorre dentro dos hospedeiros (WEI et al., 2017; IICA, 2019) e, assim, causam danos diretos nos frutos. Os prejuízos indiretos decorrem tanto das perdas por lesões deixadas nos frutos pelas oviposições, que promovem a entrada de microrganismos (patógenos) oportunistas, quanto por barreiras fitossanitárias impostas à comercialização (onde se incluem as restrições quarentenárias internacionais), as quais restringem trânsito, circulação e comércio de produtos de áreas com a presença do inseto (RWOMUSHANA et al., 2008; IICA, 2019). As porcentagens de perdas produtivas em decorrência de *B. dorsalis* foram apresentadas pelo IICA (2019) para cultivos hospedeiros de manga, goiaba e citros, indicando que variaram de 1 a 86%, 19 a 80% e de 10 a 10,5%, respectivamente.

### 3 I ZONEAMENTOS TERRITORIAIS EM APOIO A PROSPECÇÃO DO USO DE CONTROLE QUÍMICO DA PQA *BACTROCERA DORSALIS*

Aplicações de técnicas de geoprocessamento foram utilizadas para prover as

informações territoriais nacionais necessárias para orientar a seleção e uso de produtos químicos para controle da PQA *B. dorsalis*, considerando, ou não, a presença de áreas frágeis no país. Estas últimas foram aqui entendidas como aquelas de maior vulnerabilidade ao transporte dos princípios ativos (p.a.) de agrotóxicos aplicados, conforme apresentadas detalhadamente por Ferracini et al. (2020, 2022), que as representaram pelas: a) porções com presença de aquíferos não confinados (freáticos, aflorantes ou livres) com ocorrência de solos de alta porosidade, típicos das áreas dos aquíferos sedimentares aflorantes granulares e sedimentares ou metassedimentares aflorantes de natureza química/orgânica (granulares ou cársticos); e b) áreas com ocorrência de pluviosidades médias mais elevadas (acima de 250 mm.ano<sup>-1</sup>). Assim, os dois planos de informações georreferenciados em SIG ArcGIS, apresentados pelos mesmos autores, foram aqui também utilizados para representar as áreas frágeis nacionais, a saber: a) plano de informação de localização das áreas com ocorrência de unidades hidrolitológicas (áquiferos) aflorantes/freáticos dos tipos sedimentar granular (**Gr**) e sedimentar/metassedimentar de natureza química/orgânica cársticas (**K**); e b) plano de informação de localização das áreas nacionais com ocorrências de pluviosidades médias anuais acima de 250 mm.ano<sup>-1</sup>.

A partir dos zoneamentos territoriais mensais de áreas brasileiras favoráveis à PQA *B. dorsalis* em áreas de plantios hospedeiros abacate, banana, cacau, café, caju, caqui, citros (laranja, limão e tangerina), feijão, goiaba, maçã, mamão, manga, maracujá, melão, melancia e tomate, realizados por Mingoti et al. (2022a), foi obtido o zoneamento territorial de áreas brasileiras favoráveis à esta PQA, em ao menos um mês do ano, considerando as mesmas áreas plantadas de cultivos hospedeiros já citados (**Figura 1**). Esse zoneamento sinaliza as áreas nacionais onde o monitoramento da PQA *B. dorsalis* deve ser intensificado, em caráter preventivo e em caso de seu ingresso no Brasil, dado que nelas são esperadas as maiores necessidades de aplicação de medidas (controle químico ou controle biológico) para redução das populações desse inseto-praga, pois apresentam condições para o seu desenvolvimento ótimo. Sendo resultante dos zoneamentos anteriores providos por Mingoti et al. (2022a), o zoneamento final obtido pelo cruzamento realizado (**Figura 1**) também fez uso das informações-base e técnicas de geoprocessamento desses autores, a saber: a) os valores das produções municipais dos cultivos hospedeiros, recuperados da Pesquisa Agrícola Municipal (ano 2017) e do Censo Agropecuário (2017), disponibilizados no Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); b) condições que expressam o desenvolvimento ótimo das fases de vida de *B. dorsalis*, apresentadas pelas faixas de temperaturas médias de 20 a 30°C e de UR média de  $50 \pm 8\%$  (RWOMUSHANA et al., 2008; SAMAYOA et al., 2018); c) informações climáticas mensais médias de temperaturas médias (Tmed) e de umidades relativas médias (URmed), para o período de 2009 a 2018, obtidas no Banco de Dados Meteorológicos (BDMEP) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET); d) malha municipal nacional de 2018 (IBGE, 2018); e) SIG ESRI ArcGIS v.10.7 adotando Sistema de Referência SIRGAS 2000

e Sistema de Projeção Cônica Equivalente de Albers (IBGE, 2019), consideraram planos de informações com os municípios com presença dos cultivos hospedeiros avaliados e as suas respectivas médias municipais mensais de temperatura (Tmed) e umidade relativa (URmed), para o período de 2009 a 2018; f) método de cokrigagem em grade de pontos (100km de distância) para interpolação de dados intermediários no mesmo aplicativo, e de método *Inverse Distance Weighted* (IDW), com fator de ponderação igual a dois , para a interpolação dos desvios padrões.



Figura 1. Zoneamento de áreas brasileiras favoráveis a *Bactrocera dorsalis* em ao menos um mês, considerando áreas plantadas com cultivos de abacate, banana, cacau, café, caju, caqui, citros (laranja, limão e tangerina), feijão, goiaba, maçã, mamão, manga, maracujá, melão, melancia e tomate

No zoneamento obtido (**Figura 1**) foram identificados 2076 municípios aptos distribuídos em 241 microrregiões de 18 unidades da federação aptas à PQA. As unidades da federação brasileiras que apresentaram as maiores quantidades de municípios aptos a *B. dorsalis* em cultivos hospedeiros de abacate, banana, cacau, café, caju, caqui, laranja, limão, tangerina, feijão, goiaba, maçã, mamão, manga, maracujá, melão, melancia ou tomate foram Minas Gerais (483 municípios), São Paulo (316 municípios), Piauí (204 municípios), Bahia (184 municípios) e Goiás (182 municípios) (**Tabela 2**). Porém, quando consideradas as quantidades de microrregiões estaduais favoráveis a serem potencialmente acometidas pela PQA *B. dorsalis*, observaram-se os maiores valores nas seguintes unidades da federação: Minas Gerais (48 microrregiões), São Paulo (31 microrregiões), Bahia (22 microrregiões), Mato Grosso (21 microrregiões), Ceará (18 microrregiões) e Goiás (18 microrregiões) (**Tabela 2**).

Unidades da Federação	QTD. Microrregiões	QTD. Municípios
Alagoas	2	8
Bahia	22	184
Ceará	18	82
Maranhão	13	112
Paraíba	9	90
Pernambuco	6	55
Piauí	15	204
Rio Grande do Norte	8	54
Sergipe	1	1
Pará	7	27
Tocantins	8	118
Distrito Federal	1	1
Goiás	18	182
Mato Grosso	21	106
Mato Grosso do Sul	11	49
Minas Gerais	48	483
São Paulo	31	316
Rio Grande do Sul	2	4
<b>TOTAL</b>	<b>241</b>	<b>2076</b>

Tabela 2. Quantidades de municípios e de microrregiões por unidade da federação brasileira favoráveis à ocorrência de *B. dorsalis* em cultivos de abacate, banana, cacau, café, caju, caqui, laranja, limão, tangerina, feijão, goiaba, maçã, mamão, manga, maracujá, melão, melancia ou tomate em pelo menos um mês do ano.

Quando observadas as quantidades de municípios e microrregiões favoráveis a *B. dorsalis* nos cultivos avaliados, em pelo menos um mês do ano, por região geográfica brasileira, nota-se que todas as regiões geográficas apresentaram favorabilidade.

Contudo, as maiores quantidades deram-se destacadamente nas regiões Sudeste (799 municípios) e Nordeste (790 municípios), que foram inversamente relacionadas às maiores quantidades de microrregiões que predominaram nas regiões Nordeste (94 microrregiões) e Sudeste (79 microrregiões) (**Figura 2**). O zoneamento também sinalizou que as menores favorabilidades deram-se na região Sul, onde somente o estado do Rio Grande do Sul que apresentou favorabilidade e em apenas quatro municípios distribuídos em apenas duas microrregiões estaduais (**Tabela 2**).

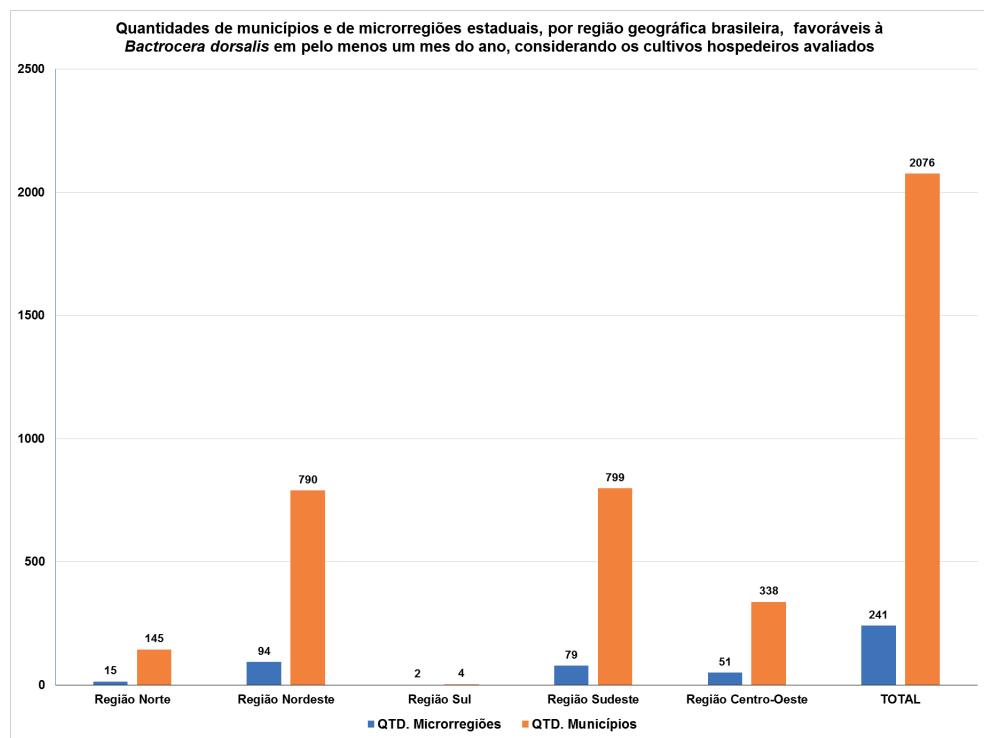


Figura 2. Quantidades de municípios e de microrregiões aptas a *Bactrocera dorsalis* em cultivos de abacate, banana, cacau, café, caju, caqui, laranja, limão, tangerina, feijão, goiaba, maçã, mamão, manga, maracujá, melão, melancia ou tomate, em pelo menos um mês do ano, por região geográfica brasileira

Com base no cruzamento do zoneamento obtido (**Figura 1**) com os planos de informações de áreas frágeis (solos porosos, aquíferos aflorantes (sedimentares cársticos e granulares) e de pluviosidades superiores a  $250 \text{ mm.ano}^{-1}$ ) (FERRACINI et al., 2020, 2022), realizado com os mesmos recursos e bases de geoprocessamento reportados, foi obtido o zoneamento territorial de áreas aptas a *B. dorsalis*, em pelo menos um mês do ano, considerando áreas de abacate, banana, cacau, café, caju, caqui, laranja, limão, tangerina, feijão, goiaba, maçã, mamão, manga, maracujá, melão, melancia ou tomate localizadas em áreas frágeis (**Figura 3**).

Áreas com condições climáticas favoráveis, em ao menos um mês, à *Bactrocera dorsalis*, considerando o período de 2009 a 2018, com aquíferos aflorantes granulares ou cársticos e em municípios com plantio de hospedeiros em 2017

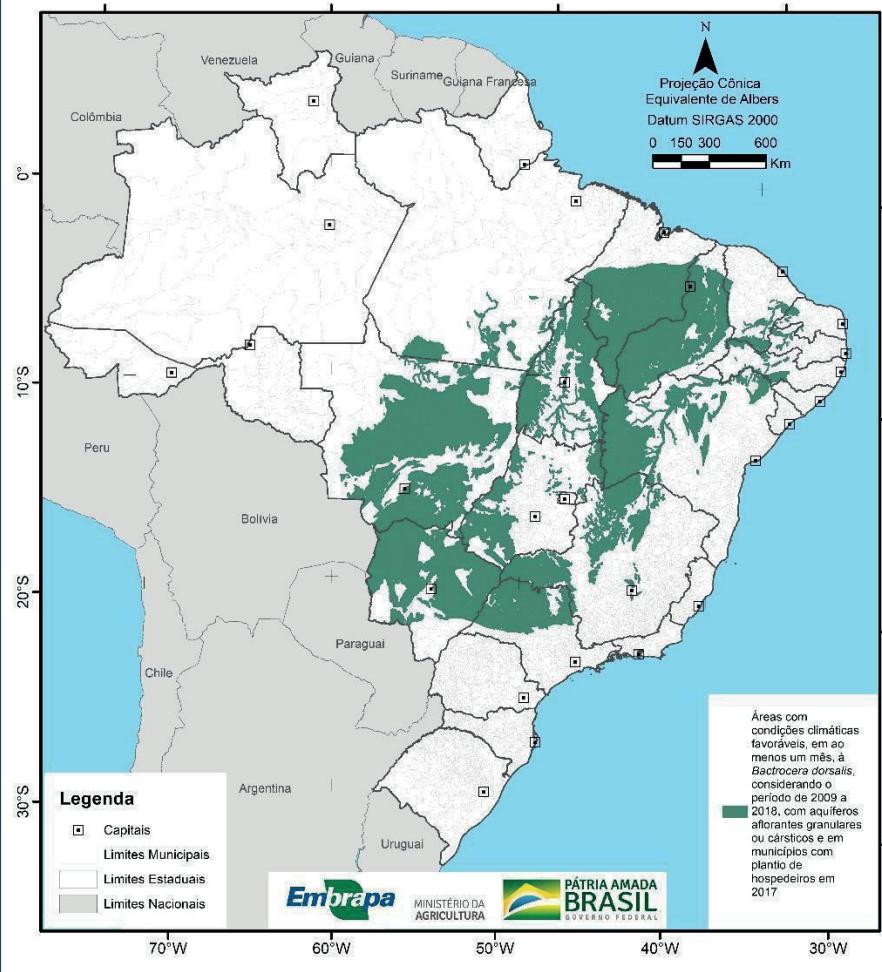


Figura 3. Zoneamento territorial de áreas aptas a *Bactrocera dorsalis* em pelo menos um mês do ano apresentando os cultivos hospedeiros de abacate, banana, cacau, café, caju, caqui, laranja, limão, tangerina, feijão, goiaba, maçã, mamão, manga, maracujá, melão, melancia ou tomate localizados em áreas frágeis

Nesse zoneamento (Figura 3) foram identificados 1386 municípios distribuídos em 197 microrregiões de 17 unidades da federação aptos à PQA *B. dorsalis* em cultivos hospedeiros localizados em áreas frágeis (Tabela 3).

Unidades da Federação	Qtd. Microrregiões Aptas Áreas Frágeis	Qtd. Municípios Aptos Áreas Frágeis
Alagoas	2	4
Bahia	18	104
Ceará	17	52
Maranhão	13	112
Paraíba	5	34
Pernambuco	6	38
Piauí	15	189
Rio Grande do Norte	6	21
Sergipe	1	1
Minas Gerais	24	167
São Paulo	31	310
Distrito Federal	1	1
Goiás	11	64
Mato Grosso do Sul	11	46
Mato Grosso	21	105
Pará	7	23
Tocantins	8	115
<b>TOTAL</b>	<b>197</b>	<b>1386</b>

Tabela 3. Quantidades de municípios e de microrregiões por unidade da federação brasileira favoráveis à ocorrência de *B. dorsalis* em pelo menos um mês do ano em cultivos de abacate, banana, cacau, café, caju, caqui, laranja, limão, tangerina, feijão, goiaba, maçã, mamão, manga, maracujá, melão, melancia ou tomate localizados em áreas frágeis.

As maiores quantidades de municípios favoráveis à PQA neste zoneamento localizaram-se nos estados de São Paulo (310 municípios), Piauí (189 municípios), Minas Gerais (167 municípios), Tocantins (115 municípios) e Maranhão (112 municípios). Quando consideradas as maiores quantidades de microrregiões por unidade da federação, o zoneamento (**Figura 3**) indicou que estas localizaram-se em São Paulo (21 microrregiões), Minas Gerais (24 microrregiões), Mato Grosso (21 microrregiões), Bahia (18 microrregiões), Ceará (17 microrregiões) e Piauí (15 microrregiões). Desse modo, constatou-se que as grandes quantidades de municípios aptos assinaladas acima para o Tocantins e para o Maranhão concentram-se em um número menor de microrregiões estaduais, a saber, 8 e 3, respectivamente (**Tabela 3**).

Mesmo com grande destaque das quantidades de municípios e de microrregiões favoráveis a *B. dorsalis* deste zoneamento por região geográfica brasileira, observou-se a ausência de aptidão de *B. dorsalis* em cultivos localizados em áreas frágeis para a região Sul (**Figura 4**). Estas, porém, destacaram-se nas regiões Nordeste (555 municípios de 83 microrregiões) e Sudeste (477 municípios de 55 microrregiões), sendo expressivas também nas regiões Centro-Oeste (216 municípios de 44 microrregiões) e Norte (138 municípios

de 15 microrregiões).

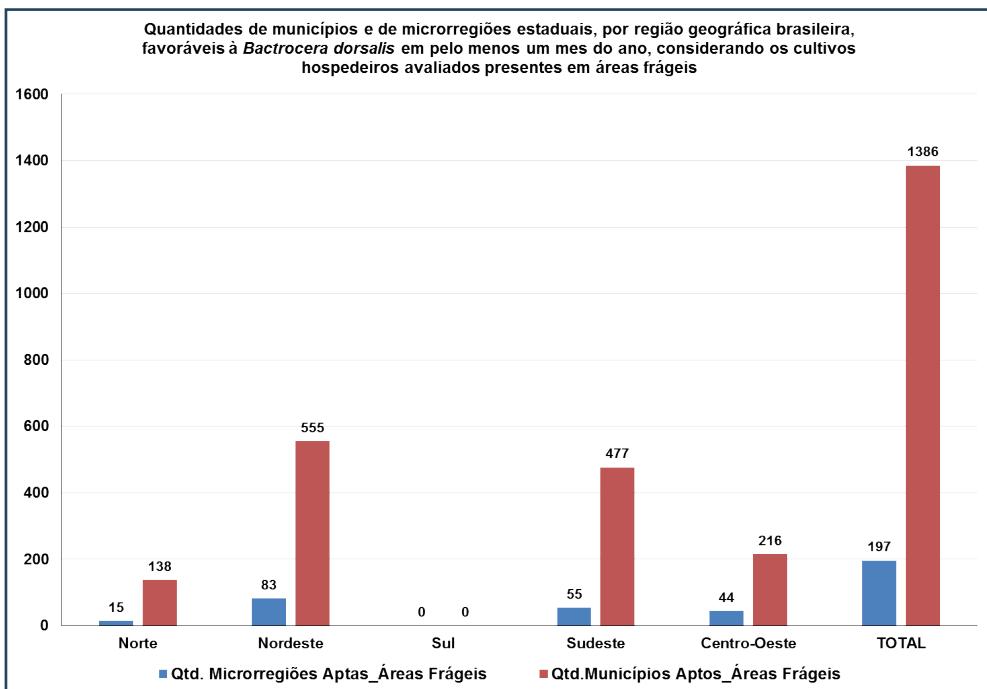


Figura 4. Quantidades de municípios e de microrregiões aptas a *Bactrocera dorsalis* em pelo menos um mês do ano, por região geográfica brasileira, considerando cultivos de abacate, banana, cacau, café, caju, caqui, laranja, limão, tangerina, feijão, goiaba, maçã, mamão, manga, maracujá, melão, melancia ou tomate em áreas frágeis

No estado de **São Paulo** as áreas aptas assinaladas em áreas frágeis deram-se em áreas dos **Depósito Aluvionar** (areia, silte e argila), **Formação Botucatu** (quartzo-arenito), **Formação Itaqueri** (arenito e arenito conglomerático), **Formação Pirambóia** (folhelho, arenito fino e arenito siltico-argiloso), **Formação Tatuí** (siltito, calcário, silexito e arenito fino), **Grupo Bauru** (arenito, argilito e conglomerado), **Grupo Caiuá** (arenito e conglomerado) e **Grupo Itararé** (arenito, diamictito, folhelho, ritmito, siltito e conglomerado). No estado do **Piauí**, as áreas frágeis assinaladas ocorreram em áreas dos **Complexo Itaizinho** unidade carbonática (mármore), **Complexo Santa Filomena** unidade carbonática (calcário), **Depósito Aluvionar** (areia, silte e argila), **Depósito Eólico** (areia fina a média), **Formação Barra Bonita** unidade carbonática (mármore), **Formação Barreiras** (arenito, conglomerado e argila), **Formação Cabeças** (arenito fino a médio), **Formação Corda** (arenito fino a médio e argilito), **Formação Exu** (arenito, siltito e conglomerado), **Formação Pastos Bons** (arenito fino argiloso, folhelho e calcário), **Formação Pedra de Fogo** (arenito fino argiloso, silexito e calcário), **Formação Piauí** (arenito fino a médio), **Formação Poti** (arenito fino a médio), **Formação Sambaíba** (arenito fino a médio), **Grupo**

**Areado** (arenito, conglomerado, folhelho e siltito), **Grupo Serra Grande** (arenito fino a grosso e conglomerado) e **Grupo Urucuia** (arenito, pelito e arenito conglomerático). Já no estado de **Minas Gerais** deram-se em áreas com presença dos **Depósito Aluvionar** (areia, silte e argila), **Formação Botucatu** (quartzo-arenito), **Formação Gandarela** (dolomito, itabirito e filito), **Formação Pirambóia** (folhelho, arenito fino e arenito siltico-argiloso), **Grupo Areado** (arenito, conglomerado, folhelho e siltito), **Grupo Bambuí unidade carbonática** (calcarenito, calcário, metacarbonato e siltito), **Grupo Bauru** (arenito, argilito e conglomerado), **Grupo Caiuá** (arenito e conglomerado), **Grupo Itararé** (arenito, diamictito, folhelho, ritmito, siltito e conglomerado) e do **Grupo Urucuia** (arenito, pelito e arenito conglomerático). No **estado do Tocantins** localizaram-se em áreas dos **Depósito Aluvionar** (areia, silte e argila), **Formação Água Bonita** (arenito, conglomerado e siltito), **Formação Araguaia** (areia, argila, silte, arenito e conglomerado), **Formação Cabeças** (arenito fino a médio), **Formação Codó** (folhelho, siltito, arenito e calcário), **Formação Corda** (arenito fino a médio e argilito), **Formação Itapecuru** (arenito fino a grosso e arenito argiloso), **Formação Motuca** (arenito fino a médio e folhelho), **Formação Pedra de Fogo** (arenito fino argiloso, silexito e calcário), **Formação Piauí** (arenito fino a médio), **Formação Poti** (arenito fino a médio), **Formação Rio das Barreiras** (arenito, conglomerado, argilito e siltito), **Formação Sambaíba** (arenito fino a médio), **Grupo Bambuí unidade carbonática** (calcarenito, calcário, metacarbonato e siltito), **Grupo Serra Grande** (arenito fino a grosso e conglomerado) e **Grupo Urucuia** (arenito, pelito e arenito conglomerático). No **estado do Maranhão** as áreas frágeis deram-se em áreas dos **Depósito Aluvionar** (areia, silte e argila), **Formação Barreiras** (arenito, conglomerado e argila), **Formação Codó** (folhelho, siltito, arenito e calcário), **Formação Corda** (arenito fino a médio e argilito), **Formação Grajaú** (arenito médio), **Formação Itapecuru** (arenito fino a grosso e arenito argiloso), **Formação Motuca** (arenito fino a médio e folhelho), **Formação Pastos Bons** (arenito fino argiloso, folhelho e calcário), **Formação Pedra de Fogo** (arenito fino argiloso, silexito e calcário), **Formação Piauí** (arenito fino a médio), **Formação Poti** (arenito fino a médio), **Formação Sambaíba** (arenito fino a médio) e **Grupo Urucuia** (arenito, pelito e arenito conglomerático).

Nas demais unidades da Federação, as áreas aptas a *B. dorsalis* nos cultivos hortícolas avaliados em áreas frágeis ocorreram em: a) **Alagoas: Depósito Litorâneo** (areia, argila, silte e cascalho), **Formação Inajá** (arenito fino e siltito) e da **Formação Tacaratu** (arenito fino a médio e arenito conglomerático); b) **Bahia: Complexo Marancó unidade carbonática** (mármore), **Depósito Aluvionar** (areia, silte e argila), **Depósito Eólico** (areia fina a média), **Formação Aliança** (arenito, calcilutito, conglomerado, folhelho e arenito conglomerático), **Formação Barra Bonita unidade carbonática** (mármore), **Formação Cabeças** (arenito fino a médio), **Formação Candeias/Grupo Ilhas Indiscriminados** (folhelho, siltito e arenito), **Formação Inajá** (arenito fino e siltito), **Formação Marizal** (conglomerado, arenito e folhelho), **Formação Olhos Dágua** (mármore, filito, metachert,

metapelito, metarritmito e mármore dolomítico), **Formação Salitre** (calcarenito, arcóseo, calcilutito, siltito e calcissiltito), **Formação Santa Brígida** (arenito, conglomerado, dolomito, folhelho, silexito e siltito), **Formação São Sebastião** (arenito fino a médio), **Formação Sergi** (arenito fino, arenito conglomerático e conglomerado), **Formação Tacaratu** (arenito fino a médio e arenito conglomerático), **Grupo Bambuí unidade carbonática** (calcarenito, calcário, metacarbonato e siltito), **Grupo Brotas** (arenito, calcilutito, conglomerado, folhelho e arenito conglomerático), **Grupo Estância unidade carbonática** (calcarenito, argilito e siltito), **Grupo Ilhas** (arenito, folhelho e siltito), **Grupo Serra Grande** (arenito fino a grosso e conglomerado) e **Grupo Urucuia** (arenito, pelito e arenito conglomerático); **c) Ceará: Depósito Aluvionar** (areia, silte e argila), **Formação Açu** (arenito e siltito), **Formação Antenor Navarro** (arenito fino a grosso e conglomerado), **Formação Cabeças** (arenito fino a médio), **Formação Exu** (arenito, siltito e conglomerado), **Formação Faceira** (arenito e conglomerado), **Formação Icó** (arenito, argilito e marga), **Formação Jandaíra** (calcarenito, calcilutito e folhelho), **Formação Lima Campos** (arenito, siltito e folhelho), **Formação Malhada Vermelha** (arenito, argilito e siltito), **Formação Mauriti** (arenito, conglomerado, folhelho e siltito), **Formação Missão Velha** (arenito, siltito, calcário e folhelho) e **Grupo Serra Grande** (arenito fino a grosso e conglomerado); **d) Paraíba: Depósito Aluvionar** (areia, silte e argila), **Formação Antenor Navarro** (arenito fino a grosso e conglomerado), **Formação Mauriti** (arenito, conglomerado, folhelho e siltito), **Formação Rio das Piranhas** (arenito fino a médio, arenito argiloso e arenito grosso a conglomerático), **Formação Serra dos Martins** (arenito médio, arenito conglomerático e pelito) e **Formação Souza** (siltito vermelho, argilito verde, folhelho, marga e calcário); **e) Pernambuco: Complexo Santa Filomena unidade carbonática** (calcário), **Depósito Aluvionar** (areia, silte e argila), **Depósito Eólico** (areia fina a média), **Formação Aliança** (arenito, calcilutito, conglomerado, folhelho e arenito conglomerático), **Formação Barra Bonita unidade carbonática** (mármore), **Formação Candeias/Grupo Ilhas Indiscriminados** (folhelho, siltito e arenito), **Formação Exu** (arenito, siltito e conglomerado), **Formação Inajá** (arenito fino e siltito), **Formação Marizal** (conglomerado, arenito e folhelho), **Formação Mauriti** (arenito, conglomerado, folhelho e siltito), **Formação Missão Velha** (arenito, siltito, calcário e folhelho), **Formação São Sebastião** (arenito fino a médio), **Formação Tacaratu** (arenito fino a médio e arenito conglomerático), **Grupo Estância unidade carbonática** (calcarenito, calcilutito, argilito e siltito) e **Grupo Ilhas** (arenito, folhelho e siltito); **f) Rio Grande do Norte: Depósito Aluvionar** (areia, silte e argila), **Formação Açu** (arenito e siltito), **Formação Antenor Navarro** (arenito fino a grosso e conglomerado), **Formação Jandaíra** (calcarenito, calcilutito e folhelho) e **Formação Serra dos Martins** (arenito médio, arenito conglomerático e pelito); **g) Sergipe: Depósito Aluvionar** (areia, silte e argila); **h) Distrito Federal: Grupo Paranoá unidade carbonática** (calcário, argilito, metassiltito, filito, mármore, ardósia e quartzito); **i) Goiás: Depósito Aluvionar** (areia, silte e argila), **Formação Aquidauana** (arenito, conglomerado e siltito), **Formação Araguaia**

(areia, argila, silte, arenito e conglomerado), **Formação Botucatu** (quartzo-arenito), **Formação Furnas** (arenito, conglomerado e siltito), **Formação Piranhas** (arenito, argilito e conglomerado), **Grupo Araxá unidade carbonática** (calcário e metacalcário), **Grupo Bambuí unidade carbonática** (calcarenito, calcário, metacarbonato e siltito), **Grupo Bauru** (arenito, argilito e conglomerado), **Grupo Caiuá** (arenito e conglomerado), **Grupo Paranoá unidade carbonática** (calcário, argilito, metassiltito, filito, mármore, ardósia e quartzito), **Grupo Serra da Mesa unidade carbonática** (calcário) e **Grupo Urucuia** (arenito, pelito e arenito conglomerático); **j) Mato Grosso: Bacia Proterozoica Indiferenciada** (arenito, arcóseo, quartzo-arenito, calcarenito, dolomito, folhelho, manga, ritmito, argilito, siltito, grauvaca e conglomerado), **Depósito Aluvionar** (areia, silte e argila), **Formação Aquidauana** (arenito, conglomerado e siltito), **Formação Araguaia** (areia, argila, silte, arenito e conglomerado), **Formação Botucatu** (quartzo-arenito), **Formação Fazenda da Casa Branca** (arcóseo, quartzo-arenito, argilito, conglomerado e folhelho), **Formação Furnas** (arenito, conglomerado e siltito), **Formação Guaporé** (areia, argila, silte, laterita e cascalho), **Formação Jauru** (arenito, conglomerado, folhelho e siltito), **Formação Pantanal** (areia, argila, silte e laterita), **Formação Ronuro** (areia, argila e cascalho), **Grupo Alto Tapajós** (arenito, argilito, siltito, conglomerado e calcário), **Grupo Araras** (calcário, dolomito, arenito, argilito e siltito), **Grupo Bauru** (arenito, argilito e conglomerado), **Grupo Corumbá** (calcário e dolomito) e **Grupo Parecis** (arenito, siltito e conglomerado); **k) Mato Grosso do Sul: Depósito Aluvionar** (areia, silte e argila), Formação Xaraiés (calcário e tufa), **Formação Aquidauana** (arenito, conglomerado e siltito), **Formação Botucatu** (quartzo-arenito), **Formação Furnas** (arenito, conglomerado e siltito), **Formação Pantanal** (areia, argila, silte e laterita), **Grupo Bauru** (arenito, argilito e conglomerado), **Grupo Caiuá** (arenito e conglomerado) e **Grupo Corumbá** (calcário e dolomito) ; **l) Pará: Bacia Proterozoica Indiferenciada** (arenito, arcóseo, quartzo-arenito, calcarenito, dolomito, folhelho, manga, ritmito, argilito, siltito, grauvaca e conglomerado), **Depósito Aluvionar** (areia, silte e argila), **Formação Aquidauana** (arenito, conglomerado e siltito), **Formação Araguaia** (areia, argila, silte, arenito e conglomerado), **Formação Motuca** (arenito fino a médio e folhelho), **Formação Pedra de Fogo** (arenito fino argiloso, silexito e calcário), **Formação Piauí** (arenito fino a médio), **Formação Poti** (arenito fino a médio), **Formação Rio das Barreiras** (arenito, conglomerado, argilito e siltito) e **Grupo Alto Tapajós** (arenito, argilito, siltito, conglomerado e calcário).

O uso de princípios ativos de agrotóxicos com potencial de transporte por lixiviação (no perfil do solo) ou por escoamento superficial (*run-off*) adsorvido às partículas de solo deve ser avaliado com muita cautela nas áreas sinalizadas por este zoneamento. Na impossibilidade de contar com p.a. adequado para o uso nessas áreas tipicamente frágeis ou de alta vulnerabilidade natural, deve ser recomendado o uso de outras formas de controle, tal como o controle biológico.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Zoneamentos de áreas brasileiras favoráveis à PQA *Bactrocera dorsalis*, incluindo na presença dos cultivos hospedeiros aqui avaliados concomitante, ou não, à presença de áreas frágeis aqui consideradas foram realizados, separadamente, indicando locais onde os monitoramentos preventivos devam ser intensificados e onde se esperam, em caso de entrada da PQA no país, maior necessidade de intensificação de medidas de controle, entre elas a do uso de controle químico. O zoneamento realizado sinalizando as áreas aptas a *B. dorsalis* em áreas dos cultivos hospedeiros aqui avaliados e presentes em áreas frágeis devem ser considerados na seleção de controle químico a base de princípios ativos identificados como exigência de cautela de uso, tais como os que se apresentem com alto ou médio potenciais de transporte por lixiviação e/ou escoamento superficial (*run-off*) ou com alta toxicidade a polinizadores (abelhas).

Ressalta-se que os zoneamentos apresentados não consideraram condições específicas de áreas com cultivos irrigados, onde irrigações por microaspersão podem favorecer condições climáticas particularmente diferenciadas daquelas apresentadas para as médias municipais locais; devendo ser mais bem avaliadas em trabalhos locais específicos, a serem realizados futuramente.

Os resultados obtidos apoiam as políticas públicas de sanidade vegetal com foco no uso prospectivo de controle químico da PQA *Bactrocera dorsalis* em áreas nacionais com presença de cultivos hospedeiros, em caso de sua entrada no país.

## REFERÊNCIAS

BESS, H.A.; HARAMOTO, F. H. Contributions to biology and ecology of the Oriental Fruit Fly , *Dacus dorsalis* Hendel (Diptera: Tephritidae) in Hawaii , HAWAII AGRICULTURAL EXPERIMENT STATION, UNIVERSIY OF HAWAII, **Technical bulletin** n.44 , june 1961.

BESS, H. A. Status of *Ceratitis capitata* in Hawaii following the introduction of *Dacus dorsalis* and its parasites, **Proc. Hawaii Ent. Soc.**, v.15, n.1. 1953 pp.221-234.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). SECRETARIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA (SDA). **Portaria SDA nº 617 de 11 de julho de 2022**. Diário Oficial da União (DOU), n. 130, Seção 1, pg.09-13, de 12/07/2022. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=515&pagina=9&data=12/07/2022>

CABI. ***Bactrocera dorsalis***. In: Invasive Species Compendium. Wallingford, UK: CAB International, 2018. Disponível em: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/17685>. Acesso em: 25 nov. 2020.

CHEN, J.; CAI, P.; ZHANG, G.; SUN, Z. Research progress of occurrence and comprehensive control of oriental fruit fly [*Bactrocera dorsalis* (Hendel)]. **Plant Diseases and Pests**, v.2, p42-47, n.5, 2011.

CHEN, M.; CHEN, P.; YE, H.; YUAN, R.; WANG, X.; XU, J. Flight Capacity of *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae) Adult Females Based on Flight Mill Studies and Flight Muscle Ultrastructure. **Journal of Insect Science**, v.5, n.1, p. 141-148, 2015.

CHEN, P.; YE, H. Population dynamics of *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae) and analysis of factors influencing populations in Baoshanba, Yunan, China. **Acta Ecologica Sinica**, v. 26, p.141–147, 2017.

CHEN, P.; YE, H. Relationship among five populations of *Bactrocera dorsalis* based on mitochondrial DNA sequences in western Yunnan, China. **Journal of Applied Entomology**, v.132, p. 530-537, 2008.

CHEN, P.; YE, H.; MU, Q. A. Migration and dispersal of the oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* in regions of Nujiang River based on fluorescence mark. **Acta Ecologica Sinica**, v. 27, p. 2468-2476, 2007.

CLARKE, A. R.; ARMSTRONG, K. F.; CARMICHAEL, A. E.; MILNE, J. R.; RAGHU, S.; RODERICK, G. K.; YEATES, D. K. Invasive phytophagous pests arising through a recent tropical evolutionary radiation: the *Bactrocera dorsalis* complex of fruit flies. **Annual Review of Entomology**, v. 50, p. 293-319, 2005.

CHRISTENSON, L. D.; FOOTE, R. H. Biology of fruit flies. **Annual Review of Entomology**, v. 5, n. 1, p. 171-192, 1960.

DUAVÍ, W. C.; GAMA, A. F.; MORAIS, P. C. V.; OLIVEIRA, A. H. B. de; NASCIMENTO, R. F. do; CAVALCANTE, R. M. Contaminação de ambientes aquáticos por “agrotóxicos urbanos”: o caso dos rios Cocó e Ceará, Fortaleza – Ceará, Brasil. **Química Nova**, v. 38, n. 5, p.622-630, 2015.

EKESI, S.; DIMBI, S.; MANIANIA, N.K. The role of entomopathogenic fungi in the integrated management of tephritid fruit flies (Diptera: Tephritidae) with emphasis on species occurring in Africa. IN.: EKESI, S.; MANIANIA, N.K. (eds.). **Use of Entomopathogenic Fungi in Biological Pest Management**, Research SignPost: Kerala, India, 2007. p. 239–274.

FERRACINI, V. L.; PESSOA, M. C. P. Y.; MINGOTI, R.; RAMOS, G. G.; JACOMO, B. de O.; GOMES, M. A. F.; MARINHO-PRADO, J. S.; PARANHOS, B. de A. G. Estratégias prospectivas de uso de controle químico para o manejo sustentável de *Anastrepha curvicauda* em mamão. In.: OLIVEIRA JUNIOR, J. M. B; GALVÃO, L. B. (orgs) **Entomologia: Estudos sobre a biodiversidade, fisiologia, controle e importância médica dos insetos 2**. Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2022, p.14-50 (Capítulo 2). Disponível em: <https://cdn.atenaeditora.com.br/documentos/ebook/202210/nxbh1KuGUoqFFhQgxYnTUuQAslp2f6QRbv6C2zfG.pdf> Acesso em: 2022.

FERRACINI, V. L.; PESSOA, M. C. P. Y.; MINGOTI, R.; GOMES, M. A. F.; MARINHO-PRADO, J. S.; RAMOS, G. G.; DAMACENO, T. G.; SIQUEIRA, C. de A.; JACOMO, B. de O. **Seleção de produtos químicos para o controle de Aleurocanthus woglumi e de Drosophila suzukii**, Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente/Embrapa Territorial, Relatório Técnico, 20 dez. 2020, 74p. (Projeto Defesalnsetos, enviado DSV/SDA/Mapa).

FERRACINI, V. L.; PESSOA, M. C. P. Y.; SILVA, A. de S.; SPADOTTO, C. A. Análise de risco de contaminação das águas subterrâneas e superficiais da região de Petrolina (PE) e Juazeiro (BA), **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente** v. 11, p.1-16, jan./dez. 2001. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/192436/1/2001-Ferracini-Analise.pdf> Acesso em: 24 mar. 2023.

FIDELIS, E. G.; LOHMANN, T. R.; SILVA, M. L. da; PARIZZI, P.; BARBOSA, F. F. L. (Ed.). **Priorização de pragas quarentenárias ausentes no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 510 p.

FROERER, K.M.; PECK, S.L.; MCQUATE, G.T.; VARGAS, R.I.; JANG, E.B.; MCINNIS, D.O. Long distance movement of *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae) in Puna, Hawaii: How far can they go?. *Am. Entomol.* v.56, 2010, p.88-94. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/233585779\\_Long-Distance\\_Movement\\_of\\_Bactrocera\\_dorsalis\\_Diptera\\_Tephritidae\\_in\\_Puna\\_Hawaii\\_How\\_far\\_can\\_they\\_go/link/57c771db08aefc4af34c8028/download](https://www.researchgate.net/publication/233585779_Long-Distance_Movement_of_Bactrocera_dorsalis_Diptera_Tephritidae_in_Puna_Hawaii_How_far_can_they_go/link/57c771db08aefc4af34c8028/download) Acesso em: 23 fev. 2023.

GOMES, M. A. F. (Ed.) **Uso agrícola das áreas de afloramento do Aquífero Guarani no Brasil: implicações para a água subterrânea e propostas de gestão com enfoque agroambiental**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2008. 417p.

GOMES, M. A. F.; SPADOTTO, C. A.; PESSOA, M. C. P. Y. Natural vulnerability of soil in agricultural areas: Support for assessing risk of contamination of groundwater by agricultural chemicals. In: GOMES, M. A. F. (Org.). **Agricultural use of the Guarani Aquifer recharge areas in Brazil: implications for groundwater and proposed agri-environmental schemes**. 1ed. Brasilia, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2012, p. 63-70.

GOMES, M. A. F.; HAMADA, E.; FILIZOLA, H. F.; QUEIROZ, S. C. do N. de; FERRACINI, V. L.; PESSOA, M. C. P. Y.; CHAIM, A. Ordenamento agroambiental das áreas de recarga do Aquífero Guarani: estudos de caso em território brasileiro. In: HAMADA, E. (Ed.). Água, agricultura e meio ambiente no Estado de São Paulo: avanços e desafios. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. p. 1-22.

HOLLER, W. A.; PESSOA, M. C. P. Y.; MINGOTI, R.; SÁ, L. A. N de; LOVISI FILHO, E.; FARIAS, A. R.; SPADOTTO, C. A.; MARINHO-PRADO, J. S. **Detalhamento de regiões brasileiras suscetíveis ao ingresso e estabelecimento da praga quarentenária ausente (A1) - *Chilo partellus* (Swinhoe) (Lepidoptera: Pyralidae)**. Campinas, SP: Embrapa Gestão Territorial, 2016 (Comunicado Técnico). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/163905/1/20161221-COT-3.pdf> Acesso em: 20 jan. 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Municipais** – Ano-base 2018. Disponível em: [ftp://geofpt.ibge.gov.br/organizacao\\_do\\_territorio/malhas\\_territoriais/malhas\\_municipais/municipio\\_2018/Brasil/IBR/](ftp://geofpt.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_municipais/municipio_2018/Brasil/IBR/) Acesso em: 02 out. 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Áreas Territoriais. 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15761-areas-dosmunicios.html?=&t=sobre> Acesso em: 23 out. 2020.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Banco de Dados Meteorológicos do INMET**. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/> Acesso em: 17 ago. 2020.

INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERAÇÃO PARA A AGRICULTURA (IICA), **Avaliação das consequências econômicas, não comerciais e ambientais da entrada da praga *Bactrocera dorsalis***, 2019. 54p. Disponível em: <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/7906/BVE19040209p.pdf?sequence=3&isAllowed=y> Acesso em: 23 mar. 2021

KNAPIK, L. F. O. **Ecotoxicidade do inseticida malathion e seus efeitos sobre os biomarcadores ensaio cometa e acetilcolinesterase em Daphnia**. Dissertação de Mestrado. Curitiba, PR: Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental/ Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2018. p. 45-52.

LIANG, F.; WU, J. J.; LIANG, G. Q. The first report of the test on the flight ability of oriental fruit fly. **Acta Agriculture University Jiangxi**, v. 2, n. 1, p. 259-260, 2001.

LIU, H.; ZHANG, D. J.; XU, Y.; WANG, L.; CHENG, D.; QI, Y.; ZENG, L.; LU, Y. Invasion, expansion, and control of *Bactrocera dorsalis* (Hendel) in China. *Journal of Integrative Agriculture* 18(4), 771-787, 2019.

LIU, L.; LIU, J.; WANG, Q.; NDAYIRAGIJE, P.; NTAHIMPERA, A.; NKUBAYE, E.; YANG, Q.; LI, Z. Identification of *Bactrocera invadens* (Diptera:Tephritidae) from Burundi, based on morphological characteristics and DNA barcode. *African Journal of Biotechnology*, v.10, n.62, pp. 13623-13630, 12 October, 2011

MANRAKHAN, A.; VENTER, J.; HATTINGH, V. **Action Plan for the control of the Oriental fruit fly *Bactrocera dorsalis* (Hendel)**. Pretoria, Republic of South Africa: Department of Agriculture, Forestry and Fisheries. 2018. 56p.

MARGOSIAN, M. L.; BERTONE, C.A.; BORCHERT, D. M.; TAKEUCHI, Y. **Identification of Areas Susceptible to the Establishment of Fifty-three *Bactrocera* spp. (Diptera: Tephritidae: Dacinae) in the United States**. Manhattan, USA: USDA-APHIS-PPQ-CPHST-STT/ USDA-APHIS-PPQ-CPHST-PERAL, 2007. 43p.

MICHEL, D. K.; FIABOE, K. K. M.; KEKEUNOU, S.; NANGA, S. N.; KUATE, A. F. TONNANG, H. E. Z.; GNANVOSSOUD, D.; HANNA, R. Temperature-based phenology model to predict the development, survival, and reproduction of the oriental fruit fly *Bactrocera dorsalis*, *Journal of Thermal Biology*, v.97, April, 2021.

MINGOTI, R.; MARINHO-PRADO, J. S.; PESSOA, M. C. P. Y.; SIQUEIRA, C. DE. A.; PARANHOS, B. A. G.; JESUS, C. R. de. Zoneamentos territoriais mensais de áreas brasileiras favoráveis a um maior desenvolvimento de *Bactrocera dorsalis*. Campinas: Embrapa Territorial, 2022a. 53 p. (Embrapa Territorial. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 38). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/232955/1/6014.pdf> Acesso em: 13 jan. 2023.

MINGOTI, R.; PESSOA, M. C. P. Y.; JACOMO, B. DE O.; MARINHO-PRADO, J. S.; PARANHOS, B. A. J. Territorial zoning of Brazilian areas favorable to *Anastrepha curvicauda* (Diptera: Tephritidae) in papaya crop. *Journal of Agricultural Sciences Research*, v.2, n.3, 2022b. 10p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1143045/1/6037.pdf> Acesso em: 28 jun. 2022.

MINGOTI, R.; PESSOA, M. C. P. Y.; SÁ, L. A. N. de; PRADO, J. S. M.; SIQUEIRA, C. de A.; MUNHOZ, V. C.; BERALDO, G. N.; Farias, A. R. Acompanhamento georreferenciado de áreas brasileiras de Cerrado sujeitas aos ataques de *Helicoverpa armigera*. In: PRANDEL, J. A. (Org.). **Processamento, análise e disponibilização de informação geográfica**. 1ed. Ponta Grossa, PR: Atena Editora, v. 1, p. 117-130, 2019.

MINGOTI, R.; HOLLER, W. A.; LOVISO FILHO, E.; BRASCO, M. A.; PESSOA, M. C. P. Y.; SÁ, L. A. N. de; SPADOTTO, C. A.; FARIAS, A. R.; MARINHO-PRADO, J. S. **Identificação dos locais mais vulneráveis à entrada de *Prodiplopsis longifila* (Diptera: Cecidomyiidae) no Brasil**. Campinas: Embrapa Gestão Territorial, 2017. 29 p. (Embrapa Gestão Territorial. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 6). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/160807/1/20170613-BPD6-SGTE.pdf> Acesso em: 02 jan. 2021.

NBOYINE, J. A.; BILLAH, M.K.; AFREH-NUAMAH, K. Species range of fruit flies associated with mango from three agro-ecological zones in Ghana, *Journal of Applied Biosciences*, n. 52, pp.3696– 3703, 2012.

NUGNES, F.; RUSSO, E.; VIGGIANI, G.; BERNARDO, U. First record of an invasive fruit fly belonging to *Bactrocera dorsalis* Complex (Diptera: Tephritidae) in Europe, *Insects* 2018, 9, 182. Disponível em: doi:10.3390/insects9040182 ou [https://pdfs.semanticscholar.org/ca5f/ba2d374264ce5c980335a598db497abe74ee.pdf?\\_ga=2.28327420.1748081961.1666292020-1347616284.1654027520](https://pdfs.semanticscholar.org/ca5f/ba2d374264ce5c980335a598db497abe74ee.pdf?_ga=2.28327420.1748081961.1666292020-1347616284.1654027520) Acesso em: 18 out. 2022.

PESSOA, M. C. P. Y.; MORIYA, L. M.; MINGOTI, R.; MARINHO-PRADO, J. S.; PIVA, P. L. B. *Scirtothrips dorsalis* e prospecção de seu desenvolvimento em condição térmica de Dois Córregos, SP. In: OLIVEIRA-JUNIOR, J. M. B.; CALVÃO, L. B. (orgs.) **Entomologia; estudos sobre a biodiversidade, fisiologia, controle e importância médica de insetos 2**. Ponta Grossa, PR: Atena, 2022, p. 71-89 (capítulo 5).

PESSOA, M. C. P. Y.; MINGOTI, R.; MARINHO-PRADO, J. S.; SÁ, L. A. N. de; PARANHOS, B. A. J.; VALLE, L. B. do; LOVISI FILHO, E.; BERALDO, G. N.; FARIAS, A. R. Áreas aptas ao parasitoide exótico *Fopius arisanus* e a *Bactrocera carambolae* considerando seis hospedeiros no Brasil. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO (SICONBIO), 16. 2019, Londrina. **Anais...** Londrina: SEB; UEL; Embrapa, 2019. p. 455. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/206716/1/RA-PessoaMCPY-et-al-16SICONBIO-2019-p455.pdf> Acesso em: 20 out. 2021.

PESSOA, M. C. P. Y.; PRADO, J. S. M.; SÁ, L. A. de; MINGOTI, R.; HOLLER, W. A.; SPADOTTO, C. A. Priorização de regiões do Cerrado brasileiro para monitoramento de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 51, n. 5, p. 697-701, maio 2016a.

PESSOA, M. C. P. Y.; MARINHO-PRADO, J. S.; MINGOTI, R.; PRADO, S. de S.; LOVISI FILHO, E.; SÁ, L. A. N. de; SPADOTTO, C. A.; FARIAS, A. R. **Avaliação do potencial desenvolvimento de *Chilo partellus* (Swinhoe) (Lepidoptera: Pyralidae) e de três bioagentes de controle exóticos em condições climáticas da região Norte do Brasil- Estados do Amapá e Roraima**. Campinas: Embrapa Gestão Territorial, 2016b. 2 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/153800/1/20161215-NotaTecnica-10.pdf> Acesso em: 21 out. 2021.

PESSOA, M. C. P. Y.; MARINHO-PRADO, J. S.; MINGOTI, R.; PRADO, S. de S.; LOVISI FILHO, E.; SILVA, A. de S.; MOURA, M. S. B. de; SILVA FILHO, P. P. da; SÁ, L. A. N. de; PRADO, S. de S.; SPADOTTO, C. A.; FARIAS, A. R. **Estimativas de potencial adaptação de *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (Praga Quarentenária A2) – Estudo de caso para dois perímetros irrigados do Vale do São Francisco**. Campinas, SP: Embrapa Gestão territorial, 2016c. 2 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/161389/1/20161202-NotaTecnica-9.pdf> Acesso em: 21 out. 2021.

PESSOA, M. C. P. Y.; GOMES, M. A. F.; FILIZOLA, H.; QUEIROZ, S. C. N.; FERRACINI, V. L.; JARDIM, I. C. S. Screening models and system simulation applied to risk assessment of water contamination by pesticides in areas of soybean, corn and rice cultivation: Case study in the Araguaia River Springs in the region of Mineiros, Goiás State (GO), and in the Jacaguá. In: GOMES, M. A. F. (Org.). **Agricultural use of the Guarani Aquifer recharge areas in Brazil**: implications for groundwater and proposed agri-environmental schemes. 1ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, p. 185-198. 2012.

PESSOA, M. C. P. Y.; GOMES, M. A. F.; SCRAMIN, S.; CERDEIRA, A.; SILVA, A. de S.; GUSSAKOV, K. C. Avaliação do potencial de contaminação das águas superficiais e subterrâneas das bacias hidrográficas brasileiras por agrotóxicos em função da vulnerabilidade natural dos solos. In: CONGRESSO DE MEIO AMBIENTE DE PAULÍNIA E REGIÃO METROPOLITANA DE CAMPINAS, 1., 2004, Paulínia. **[Anais...]** Paulínia: Prefeitura Municipal: Região Metropolitana de Campinas, 2004. p. 33-34. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/162645/1/2004PL-24-Pessoa-Avaliacao-5080.pdf> Acesso em: 23 mar. 2023.

PESSOA, M. C. P. Y.; SILVA, A. de S.; CHAIM, A.; LOPES, P. R. C.; GOMES, M. A. F.; SOARES, J. M. **Risco de contaminação das águas subterrâneas do submédio do rio São Francisco por agrotóxicos utilizados nas culturas de cana-de-açúcar e banana**: uma avaliação por simulação de sistemas. Jaguariúna/SP: Embrapa-CNPMA, 1999 (Nota Técnica - Embrapa). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/196941/1/1999PA-Pessoa-Risco.PDF> Acesso em: 28 mar. 2023.

RATTANAPUN, W.; AMORNSAK, W.; CLARKE, A. R. *Bactrocera dorsalis* preference for and performance on two mango varieties at three stages of ripeness. **Entomol. Exp. Appl.** N.131, p.243-53.2009.

RWOMUSHANA, I.; EKESI, S.; OGOL, C. K. P. O.; GORDON, I. Effect of temperature on development and survival of immature stages of *Bactrocera invadens* (Diptera: Tephritidae). **Journal of Applied Entomology**, v. 132. p. 832-839, 2008.

SAMAYOA, A. C.; CHOI, K. S.; WANG, Y. S.; HWANG, S.Y.; HUANG, Y.B.; AHN, J. J. Thermal effects on the development of *Bactrocera dorsalis* (Hendel) (Diptera: Tephritidae) and model validation in Taiwan. **Phytoparasitica**, v. 46, p. 365-376, 2018.

SCHUTZE, M.; MAHMOOD, K.; PAVASOVIC, A.; BO, W.; NEWMAN, J.; CLARKE, A. R.; KROSCH, M. N.; CAMERON, S. L. One and the same: integrative taxonomic evidence that *Bactrocera invadens* (Diptera: Tephritidae) is the same species as the oriental fruit fly *Bactrocera dorsalis*. **Systematic Entomology**, n. 40, p. 472-86. 2015a.

SCHUTZE, M. et al. Synonymization of key pest species within the *Bactrocera dorsalis* species complex (Diptera: Tephritidae): taxonomic changes based on a review of 20 years of integrative morphological, molecular, cytogenetic, behavioural and chemoelectological data, **Systematic Entomology**, n.40, p.456-471. 2015b.

SILVA, M. L da; FIDELIS, E. G.; NEGRINI, M.; COLMENARE, Y. C. *Bactrocera dorsalis* (Hendel 1912) (Diptera: Tephritidae), 2018. IN: FIDELIS, E. G.; LOHEMAN, T. R.; SILVA, M. L. da; PARIZZI, P.; LARANJEIRA, F. F. **Priorização de Pragas Quarentenárias Ausentes no Brasil**, Brasília, DF: Embrapa, 2018. p. 135-154 (Capítulo 10).

STIBICK, J.N.L. **General Reference for Fruit Fly Programs Tephritidae**, USDA,APHIS,PPQ, Pest Detection and Management Programs, March, 2004.

VARGAS, R. I.; PIÑERO, J. C.; LEBLANC, L. An overview of pest species of *Bactrocera* fruit flies (Diptera: Tephritidae) and the integration of biopesticides with other biological approaches for their management with a focus on the Pacific region. **Insects**, v.6, n.2, ,p. 297-318. 2015.

VARGAS, R. I.; LEBLANC, L.; PUTOA, R.; EITAM, A. Impact of introduction of *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae) and classical biological control releases of *Fopius arisanus* (Hymenoptera: Braconidae) on economically important fruit flies in French Polynesia. **Journal of Economic Entomology**, v.100, n.3, p. 670- 679, June 2007.

YAN, Q. T. Study on *Dacus dorsalis* Hendel (Diptera: Trypetidae) on Okinawa. **Chinese Journal of Entomology**, v. 4, n. 1, pp.107-120, 1984.

WEEMS, H.V.; HEPPNER, J.B.; NATION, J. L.; STECK, G. **Oriental fruit fly**. Publication n. EENY-83, Feature Creatures- Entomology and Nematology- FDACS/DPI- EDIS, UF/IFAS- University of Florida, May 1999, August 2016. Latest review: September 2019. Disponível em: [https://entnemdept.ufl.edu/creatures/fruit/tropical/oriental\\_fruit\\_fly.htm](https://entnemdept.ufl.edu/creatures/fruit/tropical/oriental_fruit_fly.htm) Acesso em: 14 out. 2022.

WEI, D.; JIANG, M.; DOU, W.; WANG, J. Oriental Fruit Fly *Bactrocera dorsalis* (Hendel). 2017. pp. 267-283 (Chapter 15) IN: WAN, F. et al. (eds.). **Biological invasions and its management in China**, Invading Nature - Springer Series in Invasion Ecology 11, DOI 10.1007/978-94-024-0948-2\_15.

**CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA:** Técnico em Química pelo Colégio Profissional de Uberlândia (2008), Bacharel em Química pela Universidade Federal de Uberlândia (2010), Licenciado em Química (2011) e Bacharel em Química Industrial (2023) pela Universidade de Uberaba, em Ciências Biológicas (2021) e em Física (2022) pela Faculdade Única. Especialista em Metodologia do Ensino de Química e em Ensino Superior pela Faculdade JK Serrana em Brasília (2012), especialista em Ensino de Ciências e Matemática pelo Instituto Federal do Triângulo Mineiro (2021), especialista em Ciências Naturais e Mercado de Trabalho (2022) pela Universidade Federal do Piauí (UFPI) e especialista em Química Analítica pela Faculdade Metropolitana (FAMES) em 2023. Mestre (2015) e doutor (2018) em Química Analítica pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Realizou o primeiro estágio Pós-Doutoral (de maio de 2020 a abril de 2022) e cursa o segundo estágio (2022- atual) na UFU com ênfase na aplicação de novos agentes oxidantes utilizando radiação solar para remoção de Contaminantes de Preocupação Emergente (CPE) em efluentes de uma estação de tratamento de esgoto. Atualmente é químico e responsável técnico pelos laboratórios da Unicesumar/Polo Patrocínio e professor do SENAI-GO. Atuando nas seguintes linhas de pesquisa: (i) Desenvolvimento de novas metodologias para tratamento e recuperação de resíduos químicos gerados em laboratórios de instituições de ensino e pesquisa; (ii) estudos de acompanhamento do CPE; (iii) Desenvolvimento de novas tecnologias avançadas para remoção de CPE em diferentes matrizes aquáticas; (iv) Aplicação de processos oxidativos avançados ( $H_2O_2/UV$  C,  $TiO_2$  UV-A e foto-Fenton e outros) para remoção de CPE em efluentes de estação de tratamento de efluentes para reuso; (v) Estudo e desenvolvimento de novos bioadsorventes para remediação ambiental de CPE em diferentes matrizes aquáticas; (vi) Educação Ambiental e; (vii) alfabetização científica e processos de alfabetização na área de Ciências Naturais, especialmente biologia e química. É membro do corpo editorial da Atena Editora desde 2021 e já organizou mais de 60 e-books e publicou 40 capítulos de livros nas diferentes áreas de Ciências da Natureza, Engenharia Química e Sanitária/Ambiental, Meio ambiente dentre outras áreas afins.

**A**

- Abelhas 59, 60, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 78, 81, 103  
Agricultores 24, 31, 33  
Agricultura sustentável 27  
Agrotóxicos 25, 59, 60, 62, 63, 69, 73, 75, 77, 78, 80, 82, 83, 84, 88, 90, 93, 102, 104, 107  
Água resíduária 43, 44, 45, 46, 49, 52, 53, 54, 55, 56, 57  
Águas subterrâneas 45, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 75, 78, 82, 104, 107  
Aquéferos 59, 60, 61, 88, 90, 93, 96  
Arborização 1, 4, 5, 6, 7, 11  
Área de Proteção Permanente (APP) 1  
Aspectos socioambientais 1, 3, 4, 11  
Atividade leiteira 43

**B**

- Bactrocera dorsalis* 58, 59, 60, 62, 63, 78, 81, 82, 84, 85, 87, 88, 89, 90, 92, 94, 96, 97, 99, 103, 104, 105, 106, 107, 108  
Biodigestão anaeróbia em reator 43  
Biofertilizante 43, 44, 53, 55, 56  
Bovinocultura 43, 44, 45, 46, 53, 54, 55, 56, 57

**C**

- Capital social 24, 29, 30, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42  
Controle químico 58, 60, 76, 79, 90, 92, 93, 103, 104  
Corpos hídricos 44

**D**

- Defesa fitossanitária 59, 60, 76, 88  
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) 44  
Desenvolvimento sustentável 2, 3, 26, 28, 30, 40, 56

**E**

- Ecossistemas 27, 75  
Educação Ambiental (EA) 1, 2, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 22, 23, 80, 109  
Efeito tóxico 60  
Escoamento superficial 59, 60, 61, 64, 68, 74, 76, 88, 90, 102, 103

**F**

Fertirrigação 43, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 57

**G**

Gado bovino 43, 44

**I**

Impactos ambientais 3, 25, 80, 90

Índice de GUS 59, 61, 63

Inseto-praga 59, 89, 93

**L**

Lençóis freáticos 43, 44, 66, 74

Lixiviados 45

**M**

Mata Atlântica 4, 7, 8, 11

Meio ambiente 1, 2, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 31, 35, 40, 55, 58, 60, 79, 87, 104, 105, 107, 109

Método de Cohen 63

Método de GOSS 63

Microbacia 24, 32, 34, 37, 38, 69

Microrganismos 44, 92

**N**

Nascentes de água 8

Nitrogênio 44, 45, 47, 48, 49, 51, 52, 54, 57

**O**

Organização das Nações Unidas (ONU) 3

**P**

Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) 2, 11

Poluição ambiental 45

Praga Quarentenária Ausente (PQA) 58, 59, 87, 88, 89, 90, 105

Princípios ativos 59, 60, 61, 62, 63, 88, 90, 93, 102, 103

Produtor rural 24, 25, 34, 35

## R

- Reatores anaeróbios de fluxo ascendente com manta de lodo (UASB) 44
- Reciclagem 10, 18, 19, 21, 22, 23, 54
- Recurso hídrico 8
- Recursos naturais 15, 17, 22, 25, 26, 27, 28, 30, 35
- Reflorestamento 7
- Relações de confiança 24, 26, 32, 34, 35, 36
- Resíduos 9, 10, 16, 21, 23, 25, 43, 44, 49, 55, 57, 64, 65, 66, 69, 70, 71, 72, 73, 83, 84, 109

## S

- Sustentabilidade 12, 14, 16, 17, 27, 30, 31, 40, 41, 42, 59, 76, 90

## U

- Ubá 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12

## V

- Vegetação nativa 7, 8, 11

# Sustentabilidade ambiental **preservação** do meio

---

e conservação dos recursos naturais

- 🌐 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
- ✉ [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
- 📷 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
- FACEBOOK [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

# Sustentabilidade ambiental preservação do meio

---

e conservação dos recursos naturais

- 🌐 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
- ✉ [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
- 📷 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
- FACEBOOK [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)