

An aerial photograph showing a lush green landscape. On the left, there is a well-organized vineyard with rows of grapevines. A paved road runs diagonally through the center, separating the vineyard from a dense, diverse forest on the right. The forest has various shades of green, indicating different types of trees and vegetation.

Pedro Henrique Abreu Moura
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro
(Organizadores)

Responsabilidade
social, produção e
meio ambiente nas
ciências agrárias

Atena
Editora
Ano 2021

An aerial photograph showing a vineyard on the left and a dense forest on the right, separated by a road. The vineyard is organized into neat, parallel rows of grapevines. The forest is thick and green, with a road cutting through it.

Pedro Henrique Abreu Moura
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro
(Organizadores)

Responsabilidade
social, produção e
meio ambiente nas
ciências agrárias

Atena
Editora
Ano 2021

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

iStock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2021 Os autores

Copyright da edição © 2021 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 Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Arnaldo Oliveira Souza Júnior – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. José Luis Montesillo-Cedillo – Universidad Autónoma del Estado de México
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
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
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª 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 Alfnas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade de Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalves de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angéli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Profª Ma. Adriana Regina Vettorazzi Schmitt – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alessandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Me. Carlos Augusto Zilli – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará

Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atílio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Prof. Me. Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho – Universidade Federal do Cariri
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Alborno – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Lilian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Livia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Me. Luiz Renato da Silva Rocha – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos

Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Prof. Me. Marcos Roberto Gregolin – Agência de Desenvolvimento Regional do Extremo Oeste do Paraná
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Dr. Pedro Henrique Abreu Moura – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Rafael Cunha Ferro – Universidade Anhembí Morumbi
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Dr. Sullivan Pereira Dantas – Prefeitura Municipal de Fortaleza
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Universidade Estadual do Ceará
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Responsabilidade social, produção e meio ambiente nas ciências agrárias

Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os autores
Organizadores: Pedro Henrique Abreu Moura
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

R434 Responsabilidade social, produção e meio ambiente nas ciências agrárias / Organizadores Pedro Henrique Abreu Moura, Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-307-8

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.078211207>

1. Ciências agrárias. I. Moura, Pedro Henrique Abreu (Organizador). II. Monteiro, Vanessa da Fontoura Custódio. III. Título.

CDD 630

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

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.

APRESENTAÇÃO

Ciências Agrárias é uma área do conhecimento importante para o desenvolvimento econômico e sustentável do Brasil e do mundo. É multidisciplinar, envolvendo estudos relacionados à produção agrícola, aos recursos florestais e à pecuária. Sempre gerando novas tecnologias que visam incremento de produtividade, as pesquisas também devem compreender pautas éticas e de conservação dos recursos naturais.

Esta obra, intitulada “*Responsabilidade Social, Produção e Meio Ambiente nas Ciências Agrárias*”, apresenta-se em dois volumes que trazem uma diversidade de artigos sobre agricultura, recursos florestais, pecuária e meio ambiente, muitos deles abordando conceitos de responsabilidade social.

Neste primeiro volume, constam os trabalhos relacionados aos conceitos de agroecologia, impactos de atividades agrícolas no meio ambiente e na saúde humana, estudos de estratégias para minimizar alguns desses impactos negativos, sustentabilidade, conservação de recursos hídricos e do solo, responsabilidade social e políticas públicas.

Outros temas importantes também abordados são: controles alternativos de pragas, uso de microrganismos na produção agrícola, desenvolvimento de espécies florestais para quebra-ventos, polinização mediada por abelhas e uso de arborização na prevenção de geadas em cafezais, além de um trabalho sobre análise estatística em experimentos agropecuários.

Os artigos apresentados nesta obra trazem resultados de estudos desenvolvidos por pesquisadores, docentes e acadêmicos de várias instituições de ensino e pesquisa.

Agradecemos a cada autor pela escolha dessa obra para a divulgação de suas pesquisas.

Aos leitores, desejamos uma excelente leitura e convidamos para prestigiarem também o segundo volume da obra.

Pedro Henrique Abreu Moura
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

A PERSPECTIVA CONSTITUCIONAL ACERCA DA FUNÇÃO SOCIOAMBIENTAL DA PROPRIEDADE DOS BENS DE PRODUÇÃO

Heloísa Joaquim Mendes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0782112071>

CAPÍTULO 2..... 14

O COMÉRCIO EXTERIOR DE PRODUTOS AGRÍCOLAS, E AS CONSEQUENCIAS GERADOS NA DEGRADAÇÃO DO SOLO E DO MEIO AMBIENTE, NO PERÍODO COMPREENDIDO ENTRE 2004 Á 2019: APLICAÇÃO DO MODELO DE REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA

Educélio Gaspar Lisbôa

Érico Gaspar Lisbôa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0782112072>

CAPÍTULO 3..... 28

RISCO ASSOCIADO A AGROTÓXICOS NA SAÚDE HUMANA

Rafaela Xavier Giacomini

Francine Kerstner

Anelise Christ Ribeiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0782112073>

CAPÍTULO 4..... 37

NOÇÃO COMPLEXA DE SAÚDE E AGROECOLOGIA: PARCERIA EM DIREÇÃO À SUSTENTABILIDADE

Francisco Milanez

Vera Maria Treis Trindade

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0782112074>

CAPÍTULO 5..... 44

GÊNERO E AGROECOLOGIA – COMPARTILHANDO EXPERIÊNCIAS DO CENTRO VOCACIONAL TECNOLÓGICO APINAJÉ COM AS GUERREIRAS DE CANUDOS

Sara Duarte Sacho

Leniany Patrícia Moreira

Wilson Mozena Leandro

Sara Fernandes dos Santos

Warde Antonieta da Fonseca Zang

Joachim Werner Zang

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0782112075>

CAPÍTULO 6..... 51

INTERACCIONES TRANSDISCIPLINARIAS DE LA ETNOBIOLOGÍA Y AGROECOLOGÍA EN MÉXICO Y BRASIL

Wagner Gervazio

Sonia Maria Pessoa Pereira Bergamasco

Ana Isabel Moreno-Calles
Adriano Maltezo da Rocha
Ricardo Adriano Felito

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0782112076>

CAPÍTULO 7..... 58

ANÁLISE ESTRATÉGICA SOBRE O DESCARTE DE RESÍDUOS EM AMBIENTE UNIVERSITÁRIO NO MUNICÍPIO DE SÃO MATEUS (ES)

Emanuelle Cata Preta Nunes
Cássio Furtado Lima
Rogério Danieletto Teixeira
Fernanda de Oliveira Araújo
Leonne Bruno Domingues Alves
Michel Keisuke Sato
Bruna Naiara Rocha Garcia
Angleson Figueira Marinho
Nayara Kelly Feitosa Ferreira
Érica Bandeira Maués de Azevedo
Fernando de Freitas Maués de Azevedo
Sarah Furtado Lima Recepute

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0782112077>

CAPÍTULO 8..... 74

DIAGNÓSTICO DE ARTIGOS CIENTÍFICOS RELACIONADOS A GIRASSOL DISPONÍVEIS NA BASE SciELO DE 2014 a 2018

Elisangela Rodrigues
Heiriane Martins Sousa
Wendel Carvalho Joaquim Silva
Aluisio Brigido Borba Filho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0782112078>

CAPÍTULO 9..... 79

SUSTENTABILIDADE DO EXTRATIVISMO DO FRUTO DE CUMBARU NO MUNICÍPIO MATO-GROSSENSE DE POCONÉ – BIOMA PANTANAL, BRASIL

Sonia Aparecida Beato Ximenes de Melo
Fabrício Schwanz da Silva
André Ximenes de Melo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0782112079>

CAPÍTULO 10..... 100

A IMPORTÂNCIA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS PARA O ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL, BRASIL

Sandra Garcia Gabas
Giancarlo Lastoria
Denise Aguena Uechi
Guilherme Henrique Cavazzana

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.07821120710>

CAPÍTULO 11..... 123

DIRETRIZES E NORMATIVAS PARA O PLANEJAMENTO DE AÇÕES E POLÍTICAS PÚBLICAS DE CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA EM BACIAS HIDROGRÁFICAS DE SANTA CATARINA

Juliano Gonçalves Garcez

Leandro do Prado Wildner

Álvaro José Back

Marcelo Henrique Bassani

Juliane Garcia Knapik Justen

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.07821120711>

CAPÍTULO 12..... 138

VELOCIDADE DE INFILTRAÇÃO BÁSICA EM ÁREAS COM DIFERENTES USOS E MANEJOS

Bruna de Souza Silveira

Rodrigo Paixão de Melo

Carlos Augusto Campos da Cruz

Simone Maria Marçal Gonçalves

Guilherme Alves de Melo

Heuler Hordones Chaves

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.07821120712>

CAPÍTULO 13..... 145

DESCRIÇÃO MICROMORFOLÓGICA DE MATERIAL PEDOLÓGICO DO AFLORAMENTO BANANAS 1, RIO BANANAS, GUARAPUAVA – PR

José Henrique Kaminski

Maurício Camargo Filho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.07821120713>

CAPÍTULO 14..... 154

INDICADORES MICROBIOLÓGICOS DE QUALIDADE DO SOLO EM RECUPERAÇÃO DE UM SISTEMA AGROFLORESTAL

Paulo Agenor Alves Bueno

Raquel de Oliveira Bueno

Ana Paula Peron

Cristian Coelho Silva

Júlio Barreto Cristófoli

Rodrigo Andrade Kersten

Guilherme Schnell e Schühli

Débora Cristina de Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.07821120714>

CAPÍTULO 15..... 165

MÉTODOS DE CONTROLE FÍSICO E MECÂNICO-CULTURAL DE PRAGAS DE IMPORTÂNCIA AGRÍCOLA

Francisco Roberto de Azevedo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.07821120715>

CAPÍTULO 16..... 179

UTILIZAÇÃO DE RIZOBACTÉRIAS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ESPÉCIE NATIVA

Jeane de Fátima Cunha Brandão

Isac Jonatas Brandão

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.07821120716>

CAPÍTULO 17..... 188

DESENVOLVIMENTO DE ESPÉCIES FLORESTAIS PARA A COMPOSIÇÃO DE QUEBRAVENTOS EM AMBIENTES DE MATA ATLÂNTICA E AMBIENTES SIDERÚRGICOS

Aureliano Nogueira da Costa

Fabio Favarato Nogueira

Bernardo Enne Corrêa da Silva

Adelaide de Fátima Santana da Costa

Pedro Luís Pereira Teixeira de Carvalho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.07821120717>

CAPÍTULO 18..... 194

ABELHAS (HYMENOPTERA: APOIDEA) DA CHAPADA DIAMANTINA: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

Journei Pereira dos Santos

Irana Paim Silva

Carlos Alfredo Lopes de Carvalho

Geni da Silva Sodré

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.07821120718>

CAPÍTULO 19..... 211

UTILIZAÇÃO DE MICROORGANISMOS MULTIFUNCIONAIS NAS PRINCIPAIS CULTURAS DO CERRADO

Laylla Luanna de Mello Frasca

Cássia Cristina Rezende

Mariana Aguiar Silva

Denner Robert Faria

Anna Cristina Lanna

Marta Cristina Corsi de Filippi

Adriano Stephan Nascente

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.07821120719>

CAPÍTULO 20..... 225

CAFEZAIS ARBORIZADOS E GEADAS: UM ESTUDO DE CASO PARA O ESTADO DO PARANÁ - REVISÃO

Guilherme Almussa Leite Torres

Rafael Vinicius de São José

Roberto Greco

Priscila Pereira Coltri

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.07821120720>

CAPÍTULO 21.....237

PRESSUPOSIÇÕES E A ANÁLISE DE VARIÂNCIA DE EXPERIMENTOS AGROPECUÁRIOS EM SOFTWARE LIVRE

Renato Dusmon Vieira
Andréia Santos Cezário
Eliandra Maria Bianchini Oliveira
Hélio Aparecido de Matos Filho
Jeferson Corrêa Ribeiro
João Orlando de Oliveira
Joelmir Divino Carlos Feliciano Vilela
Jorge Stallone da Silva Neto
Pollyanna Marques da Silva
Renato Silva Vasconcelos
Wallacy Barbacena Rosa dos Santos
Weslei Dusmon Vieira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.07821120721>

SOBRE OS ORGANIZADORES255

ÍNDICE REMISSIVO.....256

CAPÍTULO 1

A PERSPECTIVA CONSTITUCIONAL ACERCA DA FUNÇÃO SOCIOAMBIENTAL DA PROPRIEDADE DOS BENS DE PRODUÇÃO

Data de aceite: 01/07/2021

Data de submissão: 15/04/2021

Heloísa Joaquim Mendes

Universidade Federal da Paraíba

Santa Rita – Paraíba

<http://lattes.cnpq.br/1385850596311715>

RESUMO: O modo de produção do sistema capitalista, possibilitou o desenvolvimento socioeconômico do Brasil, conseqüentemente provocou demasiados impactos ambientais. Diante disso, o presente artigo, a partir da pesquisa qualitativa buscou fazer um levantamento de referencial através da pesquisa bibliográfica, com vistas a compreender os motivos que levaram o ordenamento jurídico brasileiro a consagrar a função socioambiental como preceito basilar das propriedades de bens de consumo. Partindo, portanto, da hipótese que é preciso mais do que a simples observação aos dispositivos normativos. Assim, concluiu que, mesmo o país possuindo expressivas legislações, ainda há um notório imbróglio na adoção de políticas ambientais mais ríspidas pelo receio de enfraquecimento do desenvolvimento empresarial do país.

PALAVRAS-CHAVE: Função socioambiental. Meio ambiente. Histórico legislativo ambiental. Ordem econômica sustentável.

THE CONSTITUTIONAL PERSPECTIVE ABOUT THE SOCIO-ENVIRONMENTAL FUNCTION OF THE PROPERTY OF PRODUCTION GOODS

ABSTRACT: The mode of production of the capitalist system, made possible the socioeconomic development of Brazil, consequently causing too many environmental impacts. In view of this, this article, based on qualitative research, sought to conduct a referential survey through bibliographic research, with a view to understanding the reasons that led the Brazilian legal system to enshrine the socio-environmental function as the basic precept of consumer goods properties. Therefore, starting from the hypothesis that it is necessary more than the simple observation of the normative devices. Thus, he concluded that, even though the country has significant legislation, there is still a notorious imbroglia in the adoption of stricter environmental policies for fear of weakening the country's business development.

KEYWORDS: Socio-environmental function. Environment. Environmental legislative history. Sustainable economic order.

1 | INTRODUÇÃO

É de sabença geral que, à medida que o ser humano evoluiu, ele também buscou aprimorar seus meios de subsistência, incluindo, nisso, as modernas formas de produzir seus alimentos, roupas, equipamentos, utensílios, etc. Conseqüentemente, além de gerar impactos ao meio ambiente,

a racionalização das atividades voltadas à produção e à comercialização de produtos, com vistas à obtenção de lucro e contribuindo para melhorar a qualidade de vida dos seres humanos, foi talvez a maior força motivadora para a sustentação do capitalismo. (TAMIOZZO, 2015, p. 17)

Sistema econômico esse que tem por base a propriedade privada dos bens de produção (CHARBONNEAU, 1983, p. 6), para obtenção de lucro e acúmulo de capital. Para tanto, faz-se oportuno salientar que, a Constituição Federal de 1988 determina que a propriedade privada - esta por sua vez, compreendida como “um conjunto de bens componentes do estabelecimento empresarial” (SZEZERBICKI, 2014, p. 9) -, deve ser observada quanto à sua função social.

Ainda sob a ótica constitucional brasileira, é compreendido que a ordem econômica, que tem por fim “assegurar a todos existência digna” (art. 170, *caput*, CF/88), deve observar também, o princípio da defesa do meio ambiente. No qual apregoa que haverá “tratamento diferenciado conforme o impacto ambiental dos produtos e serviços e de seus processos de elaboração e prestação” (art. 170, VI, CF/88).

Afinal, “proteger o meio ambiente, em última análise, significa proteger a própria preservação da espécie humana” (FIORILLO, 1999, p.73) de forma digna. Além de ser prerrogativa fundamental para a realização de uma atividade econômica consciente e ponto de partida para legitimação da função socioambiental.

Dentro deste cenário, onde tal debate apresenta bastante resistência, principalmente por conta do sistema econômico adotado pelo Brasil. O artigo orientar-se-á no sentido de fazer uma análise constitucional acerca da função social da empresa sob a perspectiva ambiental. Visto que, o Brasil apresenta uma notória diversidade de fauna e flora, onde a preservação de ambas é de inteira responsabilidade de toda a sociedade. Entretanto, desde a década 1930, com o início da era de desenvolvimento industrial no país, tais ecossistemas vêm sofrendo demasiados impactos que causam preocupantes consequências.

Destarte, para a elaboração do trabalho, o estudo terá por base a pesquisa qualitativa, no qual será realizado um levantamento de referencial, através da pesquisa bibliográfica de livros, legislações, doutrinas e matérias de jornais. Construindo-se com o propósito de analisar a relação empresa-meio ambiente. Sobretudo, os motivos que levaram o ordenamento jurídico a desenvolver ferramentas de proteção ao meio ambiente.

Concomitantemente, compreendo tal repercussão e evolução legislativa. Como também, os reais motivos da (in)efetividade e necessidade de concretização das mesmas. Partindo portanto, da hipótese de que é preciso ir além do simples cumprimento das normas legais impostas pelo Estado, como aponta Gonçalves (2007). Fazendo-se necessário também, a utilização do Direito Ambiental como parte primordial na gestão empresarial do país.

2 | AS PRIMEIRAS REGULAMENTAÇÕES AMBIENTAIS DO BRASIL EM FACE DO DESENVOLVIMENTO SOCIOECONÔMICO DO PAÍS

A eclosão da propriedade privada dos bens de produção, mesmo que em diferente escala, eclodiu no mundo todo. Gerando portanto,

um imenso desequilíbrio social, e conseqüentemente, ambiental no planeta, onde as populações usufruem dos recursos naturais não apenas para saciar as necessidades básicas de sua sobrevivência, mas por sua ganância desenfreada de ocupação de áreas e modificações de ecossistemas naturais. (BORGES; REZENDE; PEREIRA, 2009, p. 448)

Ainda segundo os autores supracitados, foi a indústria que causou os maiores danos no meio ambiente. Visto que, a mesma provocou a aceleração da retirada dos recursos naturais, pautando-se na aquisição de lucro em curto prazo, mesmo gerando por conta disso, grandes devastações.

Em concordância com os apontamentos anteriores, Silva e Lima (2013, p. 337) explicitam que uma das maiores dificuldades das empresas adotarem práticas mais sustentáveis é justamente o chamado “capitalismo empresarial”. Lógica esta que é regulada pela concorrência acirrada, disputa de poderes, ganhos a qualquer custo, entre outros fatores.

Ademais, os autores também ressaltam que seguindo estas visões, muitas empresas persistem em entender que a adesão de posturas ambientais mais conscientes, não são de grande vantagem tanto pelo custo, quanto pelo retorno não tão imediato. Vista por muito tempo como um mal necessário para o desenvolvimento (Goldemberg; Barbosa, 2004).

Entretanto, segundo Pott e Estrela (2017, p. 271),

contaminações de rios, poluição do ar, vazamento de produtos químicos nocivos e a perda de milhares de vidas foram o estopim para que, partindo da população e passando pela comunidade científica, governantes de todo o mundo passassem a discutir e buscar formas de remediação ou prevenção para que tamanhas catástrofes não se repetissem.

E foi analisando este cenário, em que havia - e ainda há - uma notória dificuldade de implantação de condutas responsáveis - consequência do modo desenfreado de produção ocasionar uma demasiada devastação dos recursos naturais - que surgem “normas que visam a disciplinar a conduta humana para a proteção ambiental e o consumo racional dos recursos naturais” (BORGES; REZENDE; PEREIRA, 2009, p. 449). Assim, surge o que atualmente se chama de Direito Ambiental.

Haja visto seu objeto de estudo, Machado (2013, p. 61) cita que o Direito Ambiental de acordo com Fernandes Neto, trata-se do “conjunto de normas e princípios editados objetivando a manutenção de um perfeito equilíbrio nas relações do homem com o meio ambiente”. Em conformidade ao tema, Goldemberg e Barbosa (2004) afirmam que, a partir de 1956 com a aprovação da Lei do Ar Puro na Inglaterra, diversos países da América do

Norte, Japão e Europa também adotaram medidas legislativas de proteção e monitoramento do meio ambiente.

No Brasil, não foi diferente. Mesmo com uma industrialização tardia, os impactos ambientais no país também ocorreram, e ainda ocorrem, em larga proporção. Por conta disso, regulamentações ambientais foram sendo aperfeiçoadas ao longo dos períodos de desenvolvimento socioeconômico para reforço de preocupações já existentes. Afinal, a preocupação com os ecossistemas brasileiros vem desde a descoberta do mesmo.

Visto que, quando o Brasil se torna colônia de Portugal, além dos costumes portugueses, importa também as legislações do país, que na época já possuía alguns conteúdos de proteção ambiental. Como a proibição do corte proposital de árvores frutíferas. Todavia, é válido ressaltar que, apenas as leis que eram de interesse da coroa, foram introduzidas no Brasil.

Em concomitância ao tema, Borges, Rezende e Pereira (2009, p. 453) sinaliza que não se pode deixar de lembrar que

a chegada da família real ao Brasil, em 1808, promoveu grandes transformações em todas as áreas, valendo destacar a criação do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, em 1811. [...] foi de grande importância para o Direito Ambiental brasileiro, pois foi o primeiro passo para a regulamentação de áreas protegidas.

Entretanto, no período do Brasil Império (1822-1889), com o advento do incentivo a agricultura, Borges, Rezende e Pereira (2009, p. 454) resalta que a proteção dos recursos naturais como um todo, não detinha mais tanta atenção da política brasileira, já que ocupar o território brasileiro passou a ser a prioridade. Todavia deve-se compreender que tais atitudes se deram em decorrência das necessidades da época. Portanto, ainda segundo os autores, “não se deve condenar erros passados, mas acertar as políticas de uso e preservação dos recursos naturais que garantam a sua perpetuidade no futuro”.

Já o período Republicano do Brasil, foi marcado por mudanças significativas na política ambiental do país, como o entendimento governamental de que era de extrema necessidade a conservação dos recursos florestais, como apontam Borges, Rezende e Pereira (2009). Somado a isto, na década de 30 ocorreram acontecimentos significativos para a área, como a instituição do primeiro Código Florestal do Brasil, o Código das Águas e também a criação de Parques Nacionais.

Esta atenção governamental, segundo Ahrens (2003), se deu em decorrência dos alarmantes desmatamentos florestais ocasionados tanto pela criação de gado, principalmente no Vale do Paraíba, como também pela produção de café, reflexos tanto do processo de urbanização, quanto de industrialização do país, como reforça Monosowski (1989).

Para tanto, Hermanns (2005, p. 38) resalta que, desde o período colonial, as legislações brasileiras responsáveis pela proteção ambiental, sempre estiveram inclinadas

à proteção dos “recursos ambientais de importância econômica”. Assim, ainda de acordo com a autora, quando tratava-se de “atender a interesses econômicos imediatos”, tais preocupações eram limitadas, para dar espaço ao desenvolvimento da base econômica no país.

Ademais, ela aponta que a criação dos códigos supracitados, trouxe consigo a manutenção de um enfoque maior para esses recursos. Já a década de 60, trouxe consigo importantes inovações para a temática florestal do país, como a criação do segundo Código Florestal brasileiro. Segundo Borges, Rezende e Pereira (2009, pgs. 455 e 466),

pode-se dizer que, na época em questão, no caso de alguma restrição ao crescimento agrícola proporcionado pela proteção de alguma floresta, a expansão da agricultura seria, evidentemente, privilegiada sob qualquer circunstância. Apenas no segundo Plano Nacional de Desenvolvimento a ideia de crescimento a qualquer custo foi substituída pelo desenvolvimento sustentável, onde se deve preservar o meio ambiente em consonância com a produção conservacionista, sem exaurir os recursos naturais, de forma a garanti-los para as gerações futuras.

Entretanto, dos anos 60 a 70, as questões ambientais ainda sofriam bastante resistência por parte de diversos grupos da sociedade. Visto que, os danos ambientais eram encarados como necessários ao desenvolvimento econômico e social do Brasil. Somado a isto, os empresários encaravam as medidas governamentais em relação a atuação das empresas e o meio ambiente, “como uma restrição regulatória” do Estado (SANTOS DE SOUZA, 2013, p. 3).

Foi então a partir do final da década de 70 que algumas empresas começaram, de forma menos intensa, adotar estratégias empresariais preocupadas com a questão ambiental. Estratégias essas que contaram com o apoio e direcionamento de ambientalistas. Tornando a agenda ambiental “como parte das responsabilidades sociais das empresas”, como afirma Santos de Souza (2013, p. 3).

Destaca-se que foi a Lei nº 6.938 de 1981, responsável pela deliberação acerca da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), que surgiram regulamentações objetivando “a utilização racional, a conservação e a proteção dos recursos naturais. [...] foram mostrados com maior clareza os passos que devem ser seguidos para uma conduta ambientalmente sustentável, que se referem aos princípios, aos objetivos e aos instrumentos da política ambiental brasileira” (BORGES; REZENDE; PEREIRA, 2009, p. 457).

Todavia, foi através da promulgação da Constituição Federal de 1988 que o Direito Ambiental se consolidou no país. De acordo com Oliveira (2006), a matéria ambiental trazida pela CF/88 sofreu reflexos dos resultados da I Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente, no ano de 1972 em Estocolmo.

No entanto, como afirma Miranda (2010), a postura tomada pela delegação brasileira na referida Conferência, não foi vista com bons olhos. Visto que, o Brasil defendeu o desenvolvimento econômico pautado em atitudes ambientais irresponsáveis.

Mesmo assim, a Carta Magna brasileira no corpo do seu art. 255, entende que o meio ambiente é um bem de uso coletivo comum a todos e desta forma devem protegê-lo tanto para as presentes quanto para as futuras gerações. Assim, o Direito Ambiental surge exatamente para regulamentar tanto o uso quanto a defesa do meio ambiente, tendo como objetivo a garantia da qualidade de vida, como afirma Gonçalves (2007, p.52).

Outro momento importante para o ambientalismo brasileiro, foi a Conferência do Rio em 1992 que reuniu diversos agentes políticos, sociais e econômicos para um debate acerca do desenvolvimento sustentável. Assim sendo, passou a ser considerado como marco histórico do ambientalismo empresarial, visto que as empresas adotaram em suas agendas, seja por oportunidades ou ameaças, práticas de crescimento empresarial sustentável (DINIZ, 2009).

Ainda na década de 90, como afirma Varadarajam (1992), as empresas passaram a utilizar as práticas sustentáveis como estratégia de marketing para os negócios, utilizando-se de tais práticas para melhorar sua reputação no mercado, ao demonstrar ações que visam a manutenção consciente da sua função social. Desse modo, percebe-se que a relação entre ambas tornou-se cada vez mais complexa, pois além dos fatores sociais, políticos e legais, a questão ambiental passou a ser um requisito crucial para a competitividade (SANTOS DE SOUZA, 2013, p. 4).

Em contrapartida, como ressalta Pott e Estrela (2017, p. 277), “mesmo após uma série de conferências e significativas transformações da década de 1990, o século XXI começou com certa perda de ritmo no que diz respeito ao enfrentamento das questões ambientais”. Ademais, apesar da melhoria no comportamento das empresas após a Rio-92, o desenvolvimento sustentável e os princípios basilares para proteção do meio ambiente, permaneceram sendo caracterizados como um atraso para o crescimento econômico (JACOBI, 2002).

Anos depois, em 25 de abril de 2012, foi publicada a lei nº 12.651/12 tratando-se portanto do novo Código Florestal que criou benefícios, como o Programa de Regularização Ambiental (PRA), que extinguiu a punibilidade de ações cometidas no passado. Somado a isto, também estabeleceu

incentivo para a adoção de tecnologias e boas práticas que conciliem a produtividade agropecuária e florestal, com redução dos impactos ambientais, como forma de promoção do desenvolvimento ecologicamente sustentável. Entre os incentivos são destacados o pagamento ou incentivo a serviços ambientais como retribuição, monetária ou não, às atividades de conservação e melhoria dos ecossistemas e que gerem serviços ambientais, e compensação pelas medidas de conservação ambiental necessárias, incluindo benefícios creditícios, fiscais e comerciais. (EMBRAPA, 2016)

Outra norma importante criada, foi a Lei nº 9.605/98 que trata sobre os Crimes Ambientais, determinando portanto sanções penais e administrativas originadas pela violação ao meio ambiente. O que se percebe então, é que gradativamente a legislação

brasileira vem crescendo os seus cuidados para com o meio ambiente, atualizando-se sempre que necessário para suprir as lacunas existentes, buscando reduzir os impactos ambientais, como salienta Sampaio (2010).

Portanto, “a crescente pressão social, política e econômica, advindas do fortalecimento do debate ambiental, vêm ocasionando transformações nas relações entre empresa e meio ambiente para que essas tenham uma conduta ambiental mais responsável” (SILVA; LIMA, 2013, p. 341). Como efeito, sem dúvidas, do entendimento adotado pela própria Constituição Federal de 1988, no art. 170, IV, de que a propriedade privada deve ser observada quanto à sua função social. Ademais, a ordem econômica, que tem por fim “assegurar a todos existência digna” (art. 170, *caput*, CF/88), deve observar também, o princípio da defesa do meio ambiente. Como veremos no tópico posterior.

3 | ORDEM ECONÔMICA SUSTENTÁVEL: LEGALIDADE VS. EFETIVIDADE DA FUNÇÃO SOCIOAMBIENTAL DA EMPRESA

Aflorado após a Primeira Guerra Mundial, o constitucionalismo econômico surgiu com o declínio do liberalismo econômico, pautando-se na ideia de que a temática econômica presente no texto constitucional, deveria estar intrínseca aos princípios defendidos no próprio conteúdo (SILVA, 2015; BERCOVICI, 2005). Em suma, como aponta Figueiredo (2014, p. 78), “a ordem econômica deve corresponder aos princípios da justiça com a finalidade de garantir uma existência digna”.

No Brasil, tal modelo vem sendo adotado desde a Constituição de 1934, mas foi a Constituição Federal de 1988 que,

fixou os objetivos da República Federativa do Brasil, constantes no rol do seu art. 3º, que assentam na construção de uma sociedade livre, justa e solidária, [...] Para assegurar o atingimento de tais escopos, o constituinte previu o direito de propriedade e o princípio da função social, levando ambos à categoria de direito fundamental da pessoa (art. 5º, incs. XXII e XXIII), sendo de grande importância para o contexto da política social e econômica do Estado brasileiro, tendo em vista que os objetivos econômicos, sociais e ambientais foram realçados, impondo uma nova postura do legislador pátrio. (GONÇALVES; BASSO, 2014, p. 255)

Em suma, a chamada Constituição Econômica, trouxe consigo princípios que visam salvaguardar a dignidade humana, como também a proteção da atividade empresarial. Para isto, a ordem econômica deve observar os princípios da:

- I - soberania nacional;
- II - propriedade privada;
- III - função social da propriedade;
- IV - livre concorrência;
- V - defesa do consumidor;

VI - defesa do meio ambiente;

VII - redução das desigualdades regionais e sociais;

VIII - busca do pleno emprego;

IX - tratamento favorecido para as empresas brasileiras de capital nacional de pequeno porte. (art. 170, CF/88)

Entretanto, para fim da realização deste artigo, concentraremos a nossa atenção apenas no tocante aos princípios da propriedade privada e sua respectiva função social e ao princípio da defesa do meio ambiente. Por ora, oportuno se faz esclarecer que, a propriedade privada no qual se refere o art. 170, II, CF/88 é o estabelecimento empresarial, que por sua vez, deve cumprir uma função socioambiental.

Ademais, o direito à propriedade foi previsto desde a Constituição Federal de 1934, todavia, o mesmo não poderia ser desfrutado em detrimento do interesse da coletividade, como aponta Lopes (2006). Foi apenas, a partir da Constituição Federal de 1946 que se “reconheceu o caráter supra-individual da propriedade” (OLIVEIRA, 2019, p. 53).

Além disso, somente com a promulgação da Constituição Federal de 1967, que a função social passou a ser prevista expressamente. Figurando portanto, até os dias de hoje - junto à propriedade privada -, entre os princípios da ordem econômica. Somado a isto, a Constituição Federal de 1988 por sua vez, também reforçou a garantia individual da propriedade privada. Mas, ressaltou que a mesma deve ser compreendida por um caráter coletivo.

No entanto, é válido salientar que, a função social não retira o direito ao uso e gozo do bem, mas estabelece limites, ou seja, o dever de ter como objetivo principal o interesse coletivo, como ressalta Comparato (1986) e Forgioni (2016). Em suma, “a propriedade se socializou, sem deixar de ser privada” (FERREIRA, 1949).

Dessa forma, ao modo que o Estado garante ao proprietário a liberdade de gozar do seu bem, ele também exige, através de princípios e normas - positivadas ou não - que o mesmo utilize a propriedade como meio de garantir a dignidade coletiva da população (PEREIRA, 2014; COMPARATO, 1986; FORGIONI, 2016). Condicionando portanto, o direito de propriedade em observância de um objetivo maior, o público.

Diante disso, Lamorte e Lima (2013) definem que a função social da propriedade

consiste no condicionamento racional do uso da propriedade privada imposto por força de lei, sob pena de expropriação, no qual o Poder Público interfere na manifestação volitiva do titular da propriedade, garantindo que a fruição desta atinja fins sociais mais amplos de interesse da coletividade, tais como o bem-estar social e a justiça distributiva.

Concomitante ao assunto, Pereira e Magalhães (2014), ressaltam que respeitar a função social da propriedade não significa apenas não fazer o que causa prejuízo à sociedade, mas além de tudo deve-se fazer somente o que é para benefício dessa. Haja visto isso, Cruz (2018, pgs. 52 e 54) relata que no ordenamento jurídico brasileiro, o

princípio da garantia da propriedade privada vem cada vez mais sendo relativizado.

Consequentemente, o autor ressalta que “garantir e defender a propriedade privada dos bens de produção é pressuposto fundamental do regime capitalista de livre mercado”. Desse modo, o mesmo posiciona-se com duras críticas ao princípio da função social da empresa - decorrente da função social da propriedade - a qual chama de “fluido e nebuloso”.

Dado que, o autor defende que a função principal da empresa deve estar pautada apenas em gerar lucro. Afinal, este é o objetivo da sua natureza e apenas assim poderá beneficiar a sociedade com o desenvolvimento econômico proporcionado por ela.

O que pode-se observar, no entanto, é que mesmo com diversas referências ao longo da história, até os dias de hoje é bastante complexo tratar sobre as questões referentes ao uso, domínio, relação e preservação da terra, como ressalta José Bertan (2009).

Em virtude desses imbróglios, Paula Forgioni (2016) ressalta a importância da intervenção estatal nas empresas, tendo em vista sua importância como instrumento no desenvolvimento econômico da nação. Que obrigatoriamente deve se sujeitar aos princípios e preceitos defendidos pela constituição pátria. Afinal, a empresa em meio ao livre mercado pode ser um aparato útil ou perigoso para os mandamentos constitucionais.

Desse modo, a empresa deve exercer uma responsabilidade social, atendendo os interesses de determinada sociedade (inclusive ao que tange o respeito aos direitos dos seus funcionários e clientes) e a preservação do meio ambiente. Além disso, como bem reforça (GONÇALVES; BASSO, 2014, pág. 267), “a propriedade [...] que desenvolve a função socioambiental a ela inerente é meio eficaz de propiciar, com seu desenvolvimento, o desenvolvimento de todos a seu redor, de toda comunidade”.

E nesta perspectiva, Gonçalves e Basso (2014, pgs. 262, 263 e 266) ressaltam que, o constituinte ao adicionar a defesa do meio ambiente entre o rol dos princípios da Ordem Econômica, pretendeu definir o preceito como mecanismo do “progresso ordenado do Estado”. Além disso, estendeu a competência de zelo e responsabilidade a todos os cidadãos que agora também tem “o dever e a obrigação de zelar, cuidar e proteger” o meio ambiente. Em síntese, tal constitucionalização, fez surgir a função socioambiental no país.

Indo ao encontro da afirmativa supracitada, é oportuno ressaltar que ao que tange o princípio da defesa do meio ambiente, a *Lex Suprema* além de prevê-lo no inciso VI do art. 170 da CF/88 faz diversas menções, ao longo do seu corpo, à defesa e proteção do meio ambiente. Somado a isso, o texto constitucional de 1988 no art. 5º, LXXIII, afirma que “qualquer cidadão é parte legítima para propor ação popular que vise a anular ato lesivo [...] ao meio ambiente[...].” Somado a isto, o constituinte também discorreu ao longo dos arts. 20, 23, 24 e 26 da CF/88: os bens, a competência e a responsabilidade dos entes e poderes estatais no que refere-se à matéria ambiental do Brasil.

Haja visto isso, nota-se que tais previsões fazem jus ao título “Constituição verde ou Constituição Ambiental” adotado por alguns operadores do direito, como José Afonso da Silva (2004). Além disso, como já enfatizado no decorrer do trabalho, Hermanns (2007)

afirma a importância de considerar a proteção ambiental como um dos direitos fundamentais mais importantes do texto constitucional. Tendo em vista, claro, sua importância para a perpetuação do planeta e conseqüentemente, da humanidade.

Para tanto, é oportuno endossar o alerta realizado por Gonçalves e Basso (2014), ao explicar que o que se pretende não é relativizar os outros princípios da ordem econômica, nem os elementos necessários para a realização da função social. O que se objetiva com o presente artigo é demonstrar a devida importância que se faz necessário ter com a função socioambiental. Tendo em vista que, o planeta encontra-se em grave estágio de degradação ambiental devido o pertinente desenvolvimento econômico desenfreado.

Entretanto, o que se percebe é que, mesmo com uma explícita evolução política legislativa e institucional sobre a questão ambiental, de nada adiantará tal avanço, principalmente legal, se o mesmo não for respeitado, como ressalta Silva e Lima (2013, p. 335). Ademais, isto acaba caracterizando um dos grandes desafios de implantar uma gestão ambiental consciente no Brasil.

Com isso, tais imbróglios demonstram que há uma longa distância entre a realidade ambiental e o direito proclamado. Além de que, para os autos, não basta a empresa se restringir apenas ao respeito das normas existentes, é preciso que este seja apenas o preâmbulo de um efetivo compromisso e responsabilidade ambiental.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, nota-se que, a preservação ambiental sob o ponto de vista capitalista, enfrenta grandes dificuldades de estabilidade e expansão. Somado a isso, tal sistema ainda encontra-se intrinsecamente atrelado à ideia de que, executar medidas ambientais, dificulta o desenvolvimento socioeconômico de qualquer nação. Pois, o lucro a curto prazo, ainda é prerrogativa essencial para tal sistema.

Todavia, o Estado tem buscado adotar incentivos que possibilitem uma reeducação empresarial, oferecendo benefícios fiscais, por exemplo. Além disso, também atua numa repressão, com mais efetividade, às condutas delituosas contra o meio ambiente.

Entretanto, é válido ressaltar que, o mesmo acaba por muitas das vezes chancelando a compreensão de que a adoção de políticas ambientais ríspidas poderão enfraquecer o desenvolvimento empresarial do país. Porém, mesmo com todos esses entraves, algumas empresas têm buscado cumprir com sua função social através também, da defesa do meio ambiente. Procurando implementar medidas para redução de impactos e soluções alternativas, para a realização de atividades nos mais diversos setores da economia.

Ainda que, condicionadas mais às pressões externas (governo, consumidores, investidores, acionistas, brancos e concorrentes) “do que como uma política pró-ativa que vá ao encontro dos interesses de toda a sociedade” (SOUZA, 2013). Afinal, “O direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado é um direito da pessoa humana, integrado à

terceira geração dos direitos fundamentais, e a proteção do mesmo é um dever do Estado e da coletividade, redundando em solidariedade em torno do bem comum” (OLIVEIRA, 2019).

REFERÊNCIAS

AHRENS, Sérgio. Sobre a legislação aplicável à restauração de florestas de preservação permanente e de reserva legal. **Embrapa Florestas**, Curitiba, p. 75-86, 2003. Disponível em: <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=pc&id=305298&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22AHRENS,%20S.%22&qFacets=autoria:%22AHRENS,%20S.%22&sort=ano-publicacao&pagina=1&paginaAtual=3>. Acesso em: 06 maio 2020.

BEROCOVI, Gilberto. **Constituição econômica e desenvolvimento: Uma leitura a partir da Constituição de 1988**. São Paulo: Malheiros Editores, 2005, p.11.

BERTAN, José Neure. **Propriedade Privada e Função Social**. Curitiba: Juruá Editora, 2009.

BORGES, Luís Antônio Coimbra; REZENDE, José Luiz Pereira de; PEREIRA, José Aldo Alves. Evolução da legislação ambiental no Brasil. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, Maringá, v. 2, n. 3, p. 447-466, dez. 2009. Disponível em: <https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/1146>. Acesso em: 28 abr. 2020.

BRASIL. **Constituição Federal de 1988**. Promulgada em 5 de outubro de 1988. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>.

CHARBONNEAU, Paul-Eugène. **Entre capitalismo e socialismo: a empresa humana**. São Paulo: Pioneira, 1983.

COMPARATO, Fábio Londrina. *Função social da propriedade dos bens de produção*. In: **Revista de Direito Mercantil Industrial, Econômico e Financeiro (n 63)**. São Paulo: Editora dos Tribunais, 1986.

CRUZ, André Santa. **Direito empresarial** / André Santa Cruz. – 8. ed. rev., atual. e ampl. – Rio de Janeiro: Forense; São Paulo: MÉTODO, 2018

DINIZ, R. V. W. **Contribuição da ISO 14.001 para a construção de um novo paradigma nas empresas: estudo de caso em uma empresa certificada da Paraíba**. 2009. 163 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2009.

EMBRAPA. **Entenda a Lei 12.651 de 25 de maio de 2012**. 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/codigo-florestal/entenda-o-codigo-florestal>. Acesso em: 06 maio 2020.

FERREIRA, Valdemar. O conteúdo econômico da Constituição brasileira de 1946. **Revista Forense**. v. 122. Rio de Janeiro: Forense, 1949.

FIGUEIREDO, Leonardo Vizeu. **Lições de direito econômico**. Rio de Janeiro: Editora Forense, 2014, p.78.

FIORILLO, Celso Antonio Paduco e RODRIGUES, Marcelo Abelha. **Manual de Direito Ambiental e legislação aplicável**. 2ªEd. rev e ampl. São Paulo: Max limonad, 1999.

FORGIONI, Paula Andrea. **A evolução do direito comercial brasileiro: da mercancia ao mercado**. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2016.

GOLDEMBERG, J.; BARBOSA, L. M. **A legislação ambiental no Brasil e em São Paulo**. Revista Eco 21, Rio de Janeiro, n.96, nov. 2004. Disponível em: <www.eco21.com.br/textos/textos.asp?ID=954>. Acesso em: 15 mai. 2020.

GONÇALVES, L. F. T. **O direito ambiental como instrumento de gestão da empresa contemporânea**. 2007. 188 f. Dissertação (Mestrado em Direito Empresarial) – Faculdade de Direito Milton Campos, Nova Lima, 2007.

GONÇALVES, Ricardo Augusto Albuquerque; BASSO, Ana Paula. Função social da propriedade como base do direito ambiental e do desenvolvimento agrário. **Revista Direito e Desenvolvimento**, João Pessoa, v. 5, n. 10, p. 255-269, jul/dez. 2014.

HERMANNNS, Ângela Käthe. **Gestão ambiental empresarial: aspectos legais, mercadológicos e econômicos**. 2005. 90 f. TCC (Graduação) - Curso de Graduação em Ciências Econômicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005. Disponível em: <http://tcc.bu.ufsc.br/Economia295568.pdf>. Acesso em: 26 maio 2020.

JACOBI, P. R. O Brasil depois da Rio+10. **Revista do Departamento de Geografia**. São Paulo, n.15, 2002. Disponível em: <<http://www.geografia.fflch.usp.br/>>. Acesso em: 13 mai. 2020.

LAMORTE, Pasqualino; Lima, José Edmilson de Souza Lima. *A função social dos contratos nas relações de consumo: adoção de medidas de responsabilidade social empresarial*. In: **Empresas, Funcionalização do Direito e Sustentabilidade: função sócio-solidária da empresa e desenvolvimento**. SILVEIRA, Vladimir Oliveira da; MEZZARROBA, Orides; COUTO, Mônica Bonetti; SANCHES, Samyra Haydêe Del Farra Nasponili (Coord.). Curitiba: Clássica, 2013.

LOPES, Ana Frazão de Azevedo. **Empresa e propriedade: função social e abuso de poder econômico**. São Paulo: Quartier Latin, 2006.

MACHADO, Paulo Affonso Leme. **Direito ambiental brasileiro**. 21. ed. São Paulo: Malheiros Editores Ltda, 2013. 1302 p. Disponível em: <http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2018/05/MACHADO-Paulo-Affonso-Leme.-DIREITO-AMBIENTAL-BRASILEIRO.pdf>. Acesso em: 04 maio 2020.

MIRANDA, M. B. Pessoa Jurídica e o Meio Ambiente: um panorama legal sobre a situação brasileira. **Revista Virtual Direito Brasil**, v.4, n.2. 2010.

MONOSOWSKI, E. Políticas ambientais e desenvolvimento no Brasil: **Cadernos FUNDAP**, São Paulo, ano 9, n.16, jun, p. 15-24. 1989.

OLIVEIRA, André Luiz Mattos de. **A função social da empresa em face dos princípios constitucionais da ordem econômica – necessidade de concretização**. 2019. 119 f. Dissertação (Mestrado em Direito) - Universidade Nove de Julho, São Paulo.

OLIVEIRA, S. C. **Responsabilidade socioambiental empresarial: uma ordem constitucional**. 2006. 100 f. Monografia (Graduação em Direito) – Faculdade de Direito de Presidente Prudente, Presidente Prudente, 2006.

PEREIRA, Viana Henrique; MAGALHÃES, Rodrigo Almeida. **A função social da empresa e o direito penal empresarial**. Belo Horizonte: Arraes Editores, 2014.

POTT, Crisla Maciel; ESTRELA, Carina Costa. Histórico ambiental: desastres ambientais e o despertar de um novo pensamento. : desastres ambientais e o despertar de um novo pensamento. **Estudos Avançados**, [s.l.], v. 31, n. 89, p. 271-283, abr. 2017. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142017.31890021>

SAMPAIO, C. **Responsabilidade ambiental das empresas**. Disponível em: <<http://www.direitonet.com.br/artigos/exibir/5890/Responsabilidade-ambiental-dasempresas>>. Acesso em: 12 mai. 2020.

SANTOS DE SOUZA, Renato. Evolução e condicionantes da gestão ambiental nas empresas. **Revista Eletrônica de Administração**, Porto Alegre, RS, v. 8, n. 6, set. 2013. ISSN 1413-2311. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/read/article/view/42728/27083>>. Acesso em: 18 maio 2020.

SILVA, Américo Luis Martins da. **A ordem constitucional econômica. Os princípios constitucionais da ordem econômica. Das propriedades na ordem econômica. A política de desenvolvimento urbano e rural na Constituição Federal. Do Sistema Financeiro Nacional**. Rio de Janeiro: Biblioteca Nacional, 2015, p. 7.

SILVA, Danielly Ferreira; LIMA, Gustavo Ferreira da Costa. Empresas e meio ambiente: contribuições da legislação ambiental. **Revista Internacional Interdisciplinar INTERthesis**, Florianópolis, v. 10, n. 2, p. 334-359, Jul./Dez. 2013. Disponível em: http://www.abes-df.org.br/upload/artigo/2014_06_23/28690-105944-1-pb.pdf. Acesso em: 12 maio 2020.

SILVA, José Afonso da. **Direito Ambiental Constitucional**. 5ª edição. São Paulo: Melhoramentos, 2004.

SOUZA, Renato Santos de. Evolução e condicionantes da gestão ambiental nas empresas. **Revista Eletrônica de Administração**, Porto Alegre, RS, v. 8, n. 6, set. 2013. ISSN 1413-2311. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/read/article/view/42728/27083>>. Acesso em: 18 maio 2020.

SZEZEBICKI, Arquimedes da Silva. **Os princípios gerais da ordem econômica brasileira: avanços e efetividade desde a Constituição Federal de 1988**. Eptic, [S. l.], 2014. Disponível em: <http://eptic.com.br/wp-content/uploads/2014/12/textdisc6.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2019.

TAMIOZZO, Henrico César. **O pacto global e a sustentabilidade empresarial: posituação e efetividade dos paradigmas e a ordem jurídica brasileira**. 2015. 185 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Direito, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.uel.br/document/?view=vtls000200791>. Acesso em: 19 maio 2020.

VARADARAJAN, P. R. Marketing's contributions to strategy: the view from a different looking glass. In **Journal of The Academy of Marketing Science**. Miami, Academy of Marketing Science. V.20, 1992.

O COMÉRCIO EXTERIOR DE PRODUTOS AGRÍCOLAS, E AS CONSEQUÊNCIAS GERADOS NA DEGRADAÇÃO DO SOLO E DO MEIO AMBIENTE, NO PERÍODO COMPREENDIDO ENTRE 2004 À 2019: APLICAÇÃO DO MODELO DE REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA

Data de aceite: 01/07/2021

Educélio Gaspar Lisbôa

Doutorando em Desenvolvimento e Meio Ambiente Urbano
Universidade da Amazônia- UNAMA

Érico Gaspar Lisbôa

Doutor em Engenharia Civil
Universidade Federal do Pará- UFPA

RESUMO: Este artigo oferece uma análise sobre as exportações do feijão e do milho no mercado internacional, e seus reflexos para a degradação do solo e do meio ambiente, no período compreendido entre 2004 à 2019, no Brasil, estudando suas causas e possíveis soluções no âmbito social, ambiental e econômico. A pesquisa abordou os diversos aspectos teóricos sobre degradação do solo e impactos ao meio ambiente, evidenciando sobretudo as variáveis do mercado internacional como taxa de câmbio, exportações e importações do feijão e do milho. Desta forma recorreu-se ao modelo de regressão linear múltipla para demonstrar o comportamento de tais variáveis, e constatou-se que a taxa de câmbio manteve-se alta e estável na maioria do horizonte de tempo, refletindo-se de forma inversa a maioria das variáveis, exceto para as exportações de milho que apresentou tendência crescente, demonstrando ser um produto agrícola promissor para os próximos anos pelo lado da economia. Pelo lado socioambiental, faz-se necessário a práticas de novas técnicas para o reuso do solo e preservação do emprego

e da renda, sem, no entanto, deixar de atender a grande demanda do mercado internacional. Por fim pode-se constatar que apesar das estatísticas refletirem tendências negativas para as exportações de feijão e positivas para as exportações de milho, o Brasil ainda sim é considerado um mercado promissor, no que tange as exportações de produtos agrícolas, sendo assim podemos constatar que só através de vultosos investimentos nas três dimensões (econômica, social e ambiental), o Brasil tende a chegar a números ótimos rumo a uma melhor equidade, no que concerne as exportações de produtos agrícolas, fertilidade do solo, e geração de emprego e renda.

PALAVRAS-CHAVE: Degradação do solo, exportações, produtos agrícolas, meio ambiente e variáveis do mercado internacional.

ABSTRACT: This article offers an analysis of the exports of beans and corn in the international market, and their reflexes for the degradation of the soil and the environment, in the period from 2004 to 2019, in Brazil, studying their causes and possible solutions in the social scope, environmental and economic. The research addressed the various theoretical aspects of soil degradation and impacts on the environment, showing above all the variables of the international market such as exchange rate, exports and imports of beans and corn. Thus, the multiple linear regression model was used to demonstrate the behavior of such variables, and it was found that the exchange rate remained high and stable over most of the time horizon, reflecting in an inverse way most of variables, except for corn

exports, which showed an upward trend, proving to be a promising agricultural product for the coming years on the economy side. On the socio-environmental side, it is necessary to practice new techniques for reusing the soil and preserving jobs and income, without, however, failing to meet the great demand of the international market. Finally, it can be seen that although the statistics reflect negative trends for bean exports and positive for corn exports, Brazil is still considered a promising market, in terms of exports of agricultural products, so we can see that only through large investments in the three dimensions (economic, social and environmental), Brazil tends to reach optimum numbers towards better equity, with regard to exports of agricultural products, soil fertility, and job and income generation.

KEYWORDS: Soil degradation, exports, agricultural products, environment, and international market variables.

INTRODUÇÃO

O surgimento de áreas degradadas leva o ser humano a conviver com as consequências oriundas do impacto ambiental que acaba prejudicando sua saúde, seu ambiente e, conseqüentemente, sua qualidade de vida. Provavelmente ninguém quer ter sua moradia ao lado de uma área poluída, degradada ou que degrade sua saúde, mas o planeta é um só. Mesmo que a área degradada, que os poluentes da água, do solo e do ar estejam a quilômetros de distância, os resultados ambientais afetam, muitas vezes outras partes do planeta.

Neckel, Fanton e Bortoluzzi (2009) explicam que o processo de expansão da cidade e a incorporação de novos espaços para edificações, altera a natureza, modificando-a cada vez mais no meio ambiente urbano o que poderia elucidar o surgimento da urbanização, da presença de construções, mas não justifica a degradação caracterizada pela eliminação desnecessária ou mal planejada da vegetação e da depauperação do solo e da água em áreas urbanas.

Barbisan et al. (2009) afirmam que durante muitos anos foram adotadas políticas públicas municipais de desenvolvimento urbano sem que os aspectos relacionados ao planejamento urbano e de meio ambiente fossem considerados, entretanto, a variável ambiental tem assumido gradualmente um papel relevante na orientação de futuras políticas de gestão urbana, principalmente em função da legislação vigente e das ações de órgãos governamentais e não-governamentais, o que evidencia a importância desse tema.

O conceito de área degradada ou de paisagens degradadas pode ser compreendido como locais onde existem (ou existiram) processos causadores de danos ao meio ambiente, pelos quais se perdem ou se reduzem algumas de suas propriedades, tais como a qualidade produtiva dos recursos naturais (DECRETO FEDERAL 97.632/89).

Botelho (2007) refere que um ecossistema degradado é aquele que após distúrbios, teve eliminados, com a vegetação, os seus meios de regeneração biótica. Seu retorno ao estado anterior pode não ocorrer ou ser bastante lento. Nesse caso, a ação antrópica é necessária para a sua regeneração em curto prazo.

Por outro lado, Nascimento (2007) inclui a degradação ambiental como consequência das atividades que direta ou indiretamente prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; afetem desfavoravelmente os fatores bióticos; afetem as condições estéticas ou sanitárias do Meio Ambiente e lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

A atual produção mundial de alimentos é superior à capacidade de consumo dos seres humanos; entretanto, esta já se encontra seriamente ameaçada em função do uso predatório dos recursos existentes. Se não bastasse, as produções agrícolas sofrem a ação constante de desperdícios calamitosos. Por estas questões, são inúmeras as regiões que enfrentam a fome como inimigo maior (Revista FZVA, 2002).

Assim, podemos constatar que a fome não resulta de uma baixa produtividade ou de pouca produção de alimentos no mundo. A miséria advém da desigualdade do modelo de crescimento mundial, que levam alguns poucos países a um consumo excessivo, enquanto a maior parte da população mundial, à pobreza e à fome. A realidade brasileira não é muito diferente dos padrões mundiais, uma vez que, no Brasil, o problema da fome não é, primordialmente, uma questão de oferta, mas, basicamente, de demanda, dada a enorme desigualdade existente no país e a consequente marginalização de grande parte da população (FILHO, 1995).

Até 2030, as estimativas da FAO sugerem que 57 milhões de hectares adicionais serão utilizados para cultivo na África e 41 milhões de hectares na América Latina, representando aumentos de 25% e 20%, respectivamente. Essa expansão deve ocorrer necessariamente por meio de mais conversões de florestas e bosques ou pela conversão de áreas frágeis da zona semiárida em terras próprias para cultivo, ambas alternativas são graves motivos de preocupação ambiental (FAO, 2001).

A degradação da terra leva a uma redução significativa de sua capacidade de produção. As atividades humanas que contribuem para a degradação do solo incluem o uso inadequado de terras agrícolas, práticas inadequadas de manejo da água e do solo, desmatamento, remoção da vegetação natural e redução da biodiversidade, uso frequente de maquinário pesado, excesso de pastoreio, rotação incorreta de cultivos e práticas de irrigação inadequadas. Responsabilizando cada um dos setores, onde se observará que a agropecuária merece destaque negativo nesse ranking, as causas da degradação do solo podem ser assim distribuídas: excesso de pastoreio (35%); desmatamento (30%); atividades agrícolas (27%); exploração excessiva da vegetação (7%); e as atividades industriais (1%) (SILVEIRA, T; REGO, N.A.C; DOS SANTOS, J.W.B; DE ARAÚJO, M.D.S.B, 2014)

Ainda considerando os aspectos físicos de áreas degradadas, destaca-se o termo degradação de terras (land degradation). Para esses estudos, o termo terra refere-se a um ecossistema que inclui solo, paisagem, conformidade do terreno, vegetação, água e clima.

A degradação de terras se traduz na perda de produtividade biológica ou das lavouras, como resultado de fatores naturais ou antrópicos, levando ao declínio de qualidade do ecossistema e conseqüentemente causando impactos negativos ao meio ambiente.

Nestas circunstâncias o presente artigo irá buscar fazer uma análise sobre o quanto as exportações de produtos agrícolas (a exemplo do feijão e do milho), causam um impacto negativo quanto a degradação do solo e geram também externalidades que prejudicam o meio ambiente afetando também as comunidades rurais que dependem da produção de produtos agrícolas. Nesta linha procurar-se-á investigar a necessidade de aumentar as receitas exportações para impulsionar os investimentos internos, em contraste com os impactos negativos com a degradação do solo e do meio ambiente.

Desta maneira trabalhar-se-á um modelo econométrico-estatístico, no sentido de mensurar as oscilações da taxa de câmbio nominal (variável dependente), em função das flutuações das exportações feijão, milho e arroz (variáveis explicativas), no comércio internacional, utilizando a ferramenta do modelo de regressão linear múltipla.

Em vista disso de modo geral objetiva-se, analisar o comportamento das variáveis do comércio internacional no Brasil e no mercado internacional, evidenciando os impactos na degradação do solo e do meio ambiente. E especificamente, verificar através do modelo de regressão linear, a influência das demais variáveis durante o horizonte de tempo entre 2004 à 2019 no âmbito social, econômico e ambiental, como também o de verificar qual dessas variáveis mais influenciou para a degradação do solo e do meio ambiente, durante o horizonte de tempo do artigo.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

As exportações de feijão e de milho, e os impactos no solo e no meio-ambiente

O feijoeiro representa uma das principais culturas plantadas na entressafra em sistemas irrigados, nas regiões central e sudeste do Brasil, os solos da região central ou de cerrado são ácidos e apresentam deficiência ou toxidez de alguns elementos, que limitam a produtividade agrícola. Por outro lado, a calagem ainda representa uma das práticas menos custosas e efetivas no que tange a correção da acidez do solo. Entretanto nos últimos anos, a degradação do solo é uma preocupação constante da comunidade científica, por causa da redução na produtividade das culturas, do aumento no custo de produção e da poluição do meio ambiente. Uma das práticas mais efetivas e eficientes de conservação do solo é o uso do cultivo mínimo ou do plantio direto.

Entretanto a grande demanda internacional do produto e a primazia pelo capital, levam os produtores rurais do feijão a lançar mão de fertilizantes e de outros produtos que aceleram o cultivo do mesmo, além disso provocam a degradação do solo deixando-o por muitas vezes improdutivos para aquela prática, naquele espaço de terra.

A desestruturação do solo, a compactação e a redução nos teores de matéria orgânica são consideradas os principais indutores da degradação dos solos agrícolas. Tal degradação, com todas as suas implicações e nefastas consequências, tem resultado no desafio de viabilizar sistemas de produção que possibilitem maior eficiência energética e conservação ambiental, criando-se novos paradigmas tecnológicos baseados na sustentabilidade. No novo conceito de sistema agrícola produtivo, a fertilidade do solo assume uma abrangência maior que a habitual, expressada apenas nos parâmetros de acidez, disponibilidade de nutrientes e teor de matéria orgânica. Os parâmetros físicos, como armazenamento e conservação de água, armazenamento e difusão do calor e permeabilidade ao ar e à água, passam a ter relevância na avaliação da fertilidade do solo (Denardin & Kochhanm, 1993).

Na produção agropecuária, a contaminação química é mais evidente em razão da utilização de insumos agrícolas como fertilizantes, inseticidas e herbicidas. O uso de substâncias químicas no campo se difundiu a partir dos anos 60, com objetivo de alcançar uma produção de melhor qualidade e assim obter uma boa aceitação no mercado nacional e internacional, impulsionadas pela aceleração do capitalismo no mundo. A contaminação ocorre no solo e nas águas. Quando os fertilizantes e os agrotóxicos são conduzidos pelas águas da chuva, uma parte penetra no solo, que atinge o lençol freático e contamina o aquífero; a outra parte é levada pela enxurrada até os mananciais, como os córregos, rios e lagos que se encontram nas partes mais baixas do relevo, e assim repercutindo negativamente no meio ambiente, gerando uma externalidade negativa.

Nos solos, onde predomina o clima tropical, a mineralização da matéria orgânica é bastante rápida, sendo acelerada ainda mais com a correção das suas propriedades químicas e com o revolvimento provocado pelos cultivos. O cultivo intensivo com emprego de doses elevadas de fertilizantes minerais eleva, temporariamente, a sua capacidade produtiva, mas também pode, a médio ou a longo prazo, conduzir à degradação, se a matéria orgânica mineralizada não for repostada (KIEHL, 1985).

Com a decorrência da degradação, estes solos apresentam respostas pequenas às adubações minerais, fazendo-se necessária a adição também de materiais orgânicos com a finalidade de corrigir as propriedades físicas alteradas pelos cultivos (KANG, 1993).

O consumo de feijão sofre influência da sazonalidade: geralmente, cai entre os meses de dezembro e fevereiro, em razão das festas de fim de ano e férias escolares. Em abril, com a entrada da produção da safra da seca na comercialização, os preços se reduzem. Por outro lado, os hábitos alimentares mudaram juntamente com a rotina dos lares brasileiros, nas últimas décadas, com o consumo de grãos secos tendendo a se reduzir. O desenvolvimento de produtos prontos ou semiprontos à base de feijão, reduzindo o tempo de preparo, é uma tendência, muito embora o produto in natura seja ainda muito apreciado, principalmente pela população de renda mais baixa. A produção orgânica de feijão também tem conquistado espaço, devido à maior aceitação entre os consumidores, o

que pode ser uma oportunidade para agricultores familiares (CONAB, 2017).

A competição por produtos agrícolas no Brasil ainda se faz sentir com grande intensidade, as exportações destas matérias primas ainda representam uma vultosa soma em termos monetários da balança comercial Brasileira, catapultando em grande parte o crescimento da economia. Especificamente falando das exportações de feijão e de milho, na última década houveram grande demanda internacional especialmente por parte do milho e pouca demanda em relação ao feijão, o que fez os produtores rurais, no sentido de atender a grande exigência mundial, a introduzirem fertilizantes para acelerar a produção do produto, gerando conseqüentemente a degradação do solo e impactos negativos para o meio ambiente.

O gráfico 1, demonstra a comportamento das exportações no horizonte de tempo entre 2004 à 2019, dos dois produtos (feijão/linha azul e milho/linha laranja), do Brasil no mercado internacional em milhões de US\$:

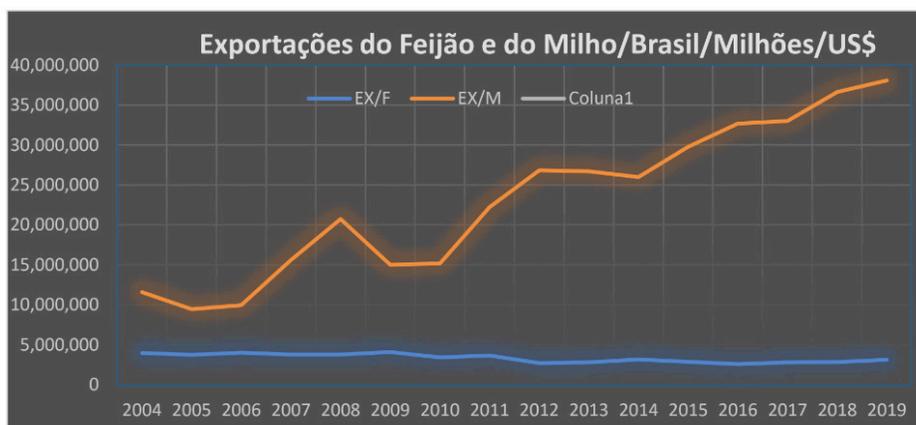


Gráfico 1- Comportamento das Exportações do Milho e do Feijão no Brasil/Milhões/US\$.

Fonte: Ipea/2020.

No que diz respeito a importância do milho como maior cultura agrícola mundial e de sua comercialização como commodity (produto padronizado), o comércio internacional desse cereal possui um percentual baixo em relação à produção, apenas 14% em 2017/18. Em termos comparativos, o comércio da soja representou 45,2% da produção mundial no mesmo período. Adicionalmente, as exportações de milho estão concentradas sobretudo em quatro países, são eles: Estados Unidos, Brasil, Argentina e Ucrânia. De acordo com dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2018a), esses países representaram juntos 86,2% das exportações mundiais do cereal em 2017/18.

Por outro lado, as exportações do feijão mercado internacional vêm perdendo “fôlego”, na medida em que as suas demandas estão sendo preterida. Nas últimas décadas

o feijão está sendo considerado um produto inelástico¹, ou seja, mesmo aumentando as quantidades ofertadas e reduzindo os preços, a resposta na demanda mantém-se praticamente inalterada, sem substituto. O fato é que nos últimos anos o produto está constantemente sendo sobrepujado por outros produtos agrícolas, a exemplo do milho.

A dinâmica do comércio internacional da evolução dos produtos (feijão e milho) estudados neste artigo, estão evidenciadas no quadro 1, que mostra o fluxo do comércio destes produtos, analisando a taxa de câmbio nominal (E), importações de frango (IM/F), exportações de frango (EX/F), importações de milho (IM/M) e as exportações de milho (EX/M) a longo-prazo, no horizonte de tempo entre 2004 à 2019.

ANO	E	IM/F	EX/F	IM/M	EX/M
2004	2,92	1.082.348	3.978.660	6.674.903	11.595.513
2005	2,43	2.475.946	3.748.656	4.769.007	9.459.161
2006	2,17	3.557.632	4.034.383	5.344.812	9.955.266
2007	1,94	2.880.952	3.788.279	5.801.511	15.616.489
2008	1,83	1.161.004	3.781.908	9.769.106	20.746.305
2009	1,99	2.436.430	4.099.991	7.006.783	15.032.484
2010	1,76	1.944.932	3.423.646	9.618.783	15.181.295
2011	1,67	2.148.770	3.673.162	11.333.608	22.229.336
2012	1,95	1.216.876	2.709.485	15.897.775	26.824.867
2013	2,15	1.945.595	2.813.506	12.774.903	26.723.097
2014	2,35	1.173.995	3.185.745	16.888.007	25.998.864
2015	3,33	1.030.879	2.865.396	14.872.724	29.770.382
2016	3,49	1.754.040	2.587.772	14.007.456	32.693.016
2017	3,19	1.962.922	2.801.248	11.777.001	33.001.411
2018	3,65	1.693.442	2.837.697	10.008.451	36.644.731
2019	3,94	1.213.009	3.142.768	9.998.761	38.078.333

Quadro 1- Dinâmica do Comércio Internacional Brasileiro do Feijão e Milho-2004 à 2019/US\$ Milhões.

Fonte: IPEA/2020

O MODELO DE REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA

Segundo Ferrão (2009, p. 56), na regressão linear múltipla assume-se que existe uma relação linear entre uma variável Y (a variável dependente) e k variáveis independentes, j x (j =1,..., k). As variáveis independentes são também chamadas variáveis explicatórias ou regressores, uma vez que são utilizadas para explicarem a variação de Y. Diversas vezes

¹ É quando a elasticidade preço da demanda é menor que 1 (Epd<1).

são também chamadas variáveis de predição, ou de variáveis independentes, em função de sua utilização para se predizer Y no modelo.

Por outro lado, Santana (2003, p. 38), afirma que as condições subjacentes à regressão linear múltipla são análogas à da regressão linear simples, resumidamente: 1. As variáveis independentes $j \times x$ são não aleatórias (fixas); 2. Para cada conjunto de valores de $j \times x$ há uma subpopulação de valores de Y. Para a construção dos intervalos de confiança e dos testes de hipóteses deve poder-se assumir que estas subpopulações seguem a distribuição normal; 3. As variâncias das subpopulações de Y são iguais; 4. Os valores de Y são estatisticamente independentes. Por outras palavras, quando se extrai a amostra, assume-se que os valores de Y obtidos para um determinado conjunto de valores de $j \times x$ são independentes dos valores de Y obtidos para outro qualquer conjunto de valores de $j \times x$.

Muitos problemas de regressão envolvem mais de uma variável regressora. Por exemplo, a qualidade de um processo químico, pode depender da pressão, temperatura e taxa de agitação. Nesse caso há três variáveis regressoras. Desta maneira pode-se observar que um modelo de regressão linear múltipla, estima uma variável dependente em função de duas ou mais variáveis explicativas ou independentes (Santana, 2003).

Um modelo de regressão linear múltipla descreve uma relação entre as variáveis independentes ou explicativas, X , e a variável dependente, Y, seguindo da estatística de erro. No modelo de regressão linear múltipla, insere-se dois ou mais coeficientes de inclinação, acompanhado de diferentes variáveis preditoras, podendo ser expresso da seguinte maneira $Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{1t} + \beta_2 X_{2t} + \beta_3 X_{3t} + e_t$, designado por modelo de regressão múltipla (convencional). De maneira metodológica o presente artigo se estruturará através da seguinte forma:

Localização do estudo

Os efeitos da taxa de câmbio nominal sobre as exportações e importações do milho e do feijão, no período compreendido entre 2004 à 2019, dar-se-á no Brasil.

Fonte dos dados

O período escolhido para analisar a taxa de câmbio nominal frente as exportações e importações do milho e do feijão no mercado internacional, compreende os anos de 2004 à 2019. Os dados utilizados são anuais e serão obtidos, pelos suplementos estatísticos do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). No Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), serão levantados dados referentes a taxa de câmbio nominal, e das exportações e importações do feijão e do milho no horizonte de tempo a ser analisado neste artigo.

Operacionalização dos Dados

Se avaliará, com maior detalhe, a importância das variáveis do comércio internacional,

sobretudo a taxa de câmbio nominal, que irá refletir no desempenho das exportações e importações dos dois produtos analisados (milho e o feijão), com reflexos para a degradação do solo e do meio ambiente rural, no período compreendido entre 2004 à 2019. As variáveis mencionadas irão identificar o conflito entre o crescimento ou desaceleração envolvendo os fatores sociais, ambientais e econômicos.

Procedimentos metodológicos

O presente artigo apresenta uma abordagem, descrita como analítica-discursiva. Para tanto foi usado o método indutivo pois permite chegar a conclusões particulares a partir de conhecimentos gerais. Quanto ao método de procedimento empregou-se, concomitantemente, o método estatístico-matemático, onde será utilizado um modelo de Regressão Linear Múltipla, para se estimar as variáveis (mencionadas acima), no horizonte de tempo entre 2004 à 2019. Utilizar-se-á uma equação com logaritmos naturais, no sentido de minimizar o problema da multicolinearidade². O modelo está assim representado:

$$\ln E_t = \beta_0 + \beta_1 \ln MF_t + \beta_2 \ln XF_t + \beta_3 \ln MM_t + \beta_4 \ln XM_t + e_t \quad (1)$$

Sendo:

$\ln E_t$ = logaritmo natural da taxa de câmbio nominal, no tempo t;

$\ln MF_t$ = logaritmo natural das importações de feijão, no tempo t;

$\ln XF_t$ = logaritmo natural das exportações de feijão, no tempo t;

$\ln MM_t$ = logaritmo natural das importações de milho, no tempo t;

$\ln XM_t$ = logaritmo natural das exportações de milho, no tempo t;

e_t = estatística de erro, no tempo t.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Aplicação do Modelo de Regressão Linear Múltipla

Desta maneira será testado para o Brasil tal condição no período de estudo analisado entre 2004 à 2019, onde será constatado a validação da influência da taxa de câmbio nominal, frente as demais variáveis para o Brasil. Nestas circunstâncias foi aplicado um modelo de regressão linear múltipla envolvendo os logaritmos naturais da taxa de câmbio nominal (média/anual), importações de feijão (média/anual), exportações de feijão (média/anual), importações de milho (média/anual) e exportações de milho (média/anual), no sentido de verificar se os coeficientes do modelo de regressão linear influenciaram direta ou inversamente proporcional as oscilações da taxa de câmbio, ou seja, se as variáveis tiveram aumento ou diminuição, durante o horizonte de tempo escolhido, e conseqüentemente os

² Consiste em um problema comum em regressões, no qual as variáveis independentes possuem relações lineares exatas ou aproximadamente exatas.

impactos que tais variáveis provocaram para a degradação do solo e do meio ambiente. Desta maneira após a estimação realizada pelo microsoft excel, o modelo de regressão linear múltipla apresentou-se os seguintes resultados a seguir:

Variáveis	Coefficientes	Erro padrão	Stat t	valor-P
Interseção	5,909681086	2,862172745	2,064753463	0,063343885
IM/F	-3,66676E-07	2,40206E-07	-1,526507143	0,15511017
EX/F	-6,42851E-07	5,46706E-07	-1,175863104	0,264471601
IM/M	-1,7487E-07	6,239E-08	-2,802845779	0,017187058
EX/M	5,57048E-08	2,59367E-08	2,147722979	0,054863775

Tabela 1- Modelo estimado para o logaritmo natural da Taxa de Câmbio Nominal.

Fonte: Do autor.

A tabela 1 apresenta-se o comportamento da variável dependente taxa de câmbio nominal, frente as das demais (variáveis explicativas) para os dados observados e estimados, bem como os desvios do ajustamento. Os resultados mostram que os sinais das estimativas estão indicando que houve variações negativas para as importações e exportações de feijão, e para as importações de milho e positivo para as exportações de milho.

A taxa de câmbio nominal, teve coeficiente positivo de 5,90, tal índice explica-se pelo constante aumento nas exportações de milho, que se refletiu em um índice positivo de 5,57. Por outro lado, tal situação repercutiu de maneira contrária para as outras variáveis independentes (importações de feijão (-3,66), exportações de feijão (-6,42) e importações de milho (-1,74)), significando dizer que apesar do aumento na taxa de câmbio nominal, ou seja, variação positiva para tal variável, as variáveis independentes tiveram retração, isto é, variações negativas no período compreendido entre 2004 à 2019. Tal fato explica-se pela decrescente demanda no mercado internacional do feijão, frente ao aumento das exportações do milho, que a cada ano vem “ganhando força” no mercado mundial.

Estatística de regressão	
R múltiplo	0,831079789
R-Quadrado	0,690693615
R-quadrado ajustado	0,678218567
Erro padrão	0,185920179
Observações	16

Tabela 2 – Estatística de Regressão da Taxa de Câmbio Nominal.

Fonte: Do autor.

Na tabela 2 acima pode-se constatar que, o coeficiente de determinação ajustado (R-quadrado ajustado) por graus de liberdade, da ordem de 0,67 mostra que 67% das mudanças que ocorrem na variável taxa de câmbio nominal, no período de estudo analisado, são explicadas pelas variáveis independentes ou explicativas incluídas no modelo regressão, onde constatou-se que estas mudanças se deram pelas variações ocorridas nas importações e exportações de feijão e importações e exportações de milho no mercado internacional, e que, os 33% restantes são devidos à influência de fatores aleatórios e de períodos de entre safra. Os resultados incluem as estimativas dos parâmetros e suas respectivas estatística t entre parênteses.

$$E_t = 5,90 - 3,66 IMF_t - 6,42 EXF_t - 1,74 IMM_t + 5,57 EXM_t$$

(2,06) (-1,52) (-1,17) (-2,80) (2,14)

Os sinais dos coeficientes da regressão linear múltipla estão coerentes com as variações ocorridas para a taxa de câmbio nominal, indicando que sua oscilação no aumento, levou a um coeficiente negativo para as importações e exportações de feijão e importações de milho, durante o período compreendido entre 2004 à 2019, o que não ocorreu para as exportações de milho, que se mostrou com variação diretamente proporcional a taxa de câmbio nominal. Desta maneira para mudanças de 10% nas variáveis importações e exportações de feijão e importações de milho a taxa de câmbio nominal tende a variar respectivamente (-15,2 %), (-11,7 %) e (-28,0 %) em direção contrária, enquanto que para variações de 10% em relação as exportações de milho a taxa de câmbio nominal tende a variar (21,4 %) no mesmo sentido.

Tal resultado das estimações só veio a reforçar, que as exportações de milho é que de fato está alavancando as receitas de exportações do agronegócio, quando comparada as exportações de feijão. Por outro lado a grande demanda no comércio internacional por parte da produção de milho, vem a solidificar que tal mercado é promissor para os próximos

anos, e isto reporta ao fato de que os investimentos neste setor tende a se intensificar, mais entretanto, sem deixar de se descuidar quanto a degradação do solo e do meio ambiente, que na verdade são a origem deste mercado promissor.

Vale ressaltar que a tendência para os próximos anos mostra um crescimento da produção (especialmente do milho), em grande parte devido ao avanço da tecnologia, como a agricultura de precisão que poupa insumos, melhora a produtividade e ainda proporciona ganhos ambientais. Espera-se também uma evolução dos sistemas integrados de lavoura-pecuária, tanto como forma de recuperação de pastagens degradadas como para aumento da produção de milho, que além da grande demanda do mercado mundial, e impulsionada pela elevação da taxa de câmbio nominal.

CONCLUSÃO

De acordo com o tema abordado pode-se compreender que é possível aumentar a produção e os investimentos no Brasil com relação aos produtos agrícolas discutidos no artigo (feijão e milho), como também manter a preservação do solo, sem denegrir o meio ambiente. Assim o mercado internacional com relação as exportações de produtos agrícolas, mesmo que com o decréscimo nas exportações de feijão, ainda continua promissor, principalmente por parte das exportações de milho, que tem evoluído (melhorado), assim como pôde-se observar através da coleta de dados e através dos resultados do modelo de regressão linear múltipla ao longo do período entre 2004 à 2019.

Nesse entendimento a participação da sustentabilidade na estrutura dos investimentos brasileiros, como também a ação das políticas públicas por parte das esferas subnacionais, torna-se fundamental quando aliada as ações do governo federal, para aumentar as receitas líquidas da balança comercial, como também o de manter a regeneração do solo e do meio ambiente o planejamento estratégico para o setor econômico Logo é necessário que se tenham investimentos em projetos que não agridam o meio ambiente, ampliação da consciência ecológica nas atividades econômicas tanto no setor industrial como no setor de serviços, obtendo-se a criação de novos produtos biodegradáveis, novos negócios voltados para a preservação ecológica e limpeza do meio ambiente, esses benefícios favorecem fortemente o meio ambiente e a sociedade em geral, especialmente os produtores agrícolas.

Por outro lado observou-se que o mercado brasileiro ainda sim representa um “celeiro”, quando se trata de exportações de matérias primas para o mercado internacional, tendo produtos com maior e com menor demanda (a exemplo do milho e do feijão respectivamente), entretanto há de se destacar que estão sendo concentrados esforços no que tange a busca da equidade nas três dimensões: econômica, social e ambiental, visando sobretudo a recuperação do solo e do meio ambiente.

Constatou-se que os dados coletados pelo IPEA, após a aplicação do modelo de regressão linear múltipla, apontaram que as variáveis oscilaram de maneira inversa

para o feijão (exportações e importações) e para as importações de milho e direta para as exportações deste mesmo produto, na medida em que o aumento da taxa de câmbio nominal se refletiu, de maneira promissora para as exportações de milho, que se comportou durante todo o horizonte de tempo analisado, em uma tendência crescente, estimulado não somente pelo câmbio favorável, como também pela crescente demanda no mercado internacional. Por outro lado, constatou-se que os investimentos, também devem ser direcionados, não somente para as exportações, como também para o manejo e qualidade do solo, proporcionando, manutenção dos empregos para os agricultores e garantido receitas para a balança comercial brasileira.

Nestas circunstanciais, pode-se concluir que as exportações de produtos agrícolas são importantes para a economia brasileira porque promove benefícios para o setor econômico, entretanto deve-se ressaltar que as políticas econômicas, juntamente com as políticas públicas devem “andar de mãos dadas”, na medida em que a primeira promove o crescimento da economia, como o aumento das exportações de tais produtos e a segunda alia a manutenção dos empregos rurais e preservação do solo e do meio ambiente, quando há sobretudo a participação das esferas subnacionais (estados e municípios), para garantir tal efetividade.

REFERÊNCIAS

BARBISAN, A. O. et al. *Técnica de valoração econômica de ações de requalificação do meio ambiente: aplicação em área degradada*. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental. V. 14, 2009. Disponível em Acesso em: 15 Nov 2020.

BOTELHO, S. A. et al. *Avaliação do crescimento do estrato arbóreo de área degradada revegetada à margem do Rio Grande, na usina hidrelétrica de Camargos, MG*. Revista Árvore. V. 31, 2007.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. *A produtividade da soja: análise e perspectivas*. Brasília: CONAB, 2017. 34 p. (Compêndio de Estudos Conab, v. 10). Organizador: OLIVEIRA NETO, Aroldo Antônio de.

Diário Oficial da União - Seção 1 - 12/4/1989, Página 5517 (Publicação Original); Coleção de Leis do Brasil – 1989.

DENARDIN, J.E.; KOCHHANN, R.A. *Requisitos para a implantação e manutenção do sistema plantio direto*. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. **Plantio direto no Brasil**. Passo Fundo : Aldeia Norte, 1993. p.19-27.

FAO. 2001. *Agriculture, alimentation et nutrition en Afrique: un ouvrage de référence à l'usage des professeurs d'agriculture*. Roma.

FERRÃO, Maria Eugênia. *Introdução à Modelagem Multinível em Avaliação Educacional*. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Rio de Janeiro, 2001.

FILHO, B. C. et al. *Diagnóstico geoambiental da área do entorno do reservatório da usina hidrelétrica de tombos, para fins de recuperação de áreas degradadas*. Caminhos de geografia, 1995.
<http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/fzva>

IPEA. www.ipeadata.gov.br. *Dados macroeconômicos analíticos de séries temporais anuais*, 2020.

KIEHL, J.E. *Fertilizantes orgânicos*. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 492p

KANG, B. T. *Changes in soil chemical properties and crop performance with continuous cropping on an Entisol in the humid tropics*.p.297-305. In Mulongoy, K. & R. Merckx, (Eds.). *Soil organic matter dynamics and sustainability of tropical agriculture*. New York: John Wiley e Sons. 1993.

NASCIMENTO, W. M. do. *Planejamento básico para recuperação de área degradada em ambiente urbano*. Espacio y Desarrollo. N.19, 2007.

NECKEL, A.; FANTON, G.; BORTOLUZZI, E. C. *Recuperação ambiental de área verde urbana degradada - loteamento cidade universitária – Passo Fundo – RS*. Boletim Gaúcho de Geografia. N 35, 2009. Disponível em: Acesso em: 10 Nov 2020.

SANTANA, Antônio Cordeiro de. *Métodos quantitativos em economia: elementos e aplicações*. Belém, Pa: UFRA, 2003.

SILVEIRA, T; REGO, N.A.C; DOS SANTOS, J.W.B; DE ARAÚJO, M.D.S.B. *Qualidade da Água e Vulnerabilidade dos Recursos Hídricos Superficiais na Definição das Fragilidades Potencial e Ambiental de Bacias Hidrográficas*. Revista Brasileira de Geografia Física, 7(4): 643-652, 2014.

RISCO ASSOCIADO A AGROTÓXICOS NA SAÚDE HUMANA

Data de aceite: 01/07/2021

Data de submissão: 04/06/2021

Rafaela Xavier Giacomini

Universidade Federal do Rio Grande - FURG
Rio Grande - RS
<http://lattes.cnpq.br/2696963225775717>

Francine Kerstner

Universidade Federal do Rio Grande - FURG
Rio Grande - RS
<http://lattes.cnpq.br/0448130162019919>

Anelise Christ Ribeiro

Universidade Federal do Rio Grande - FURG
Rio Grande - RS
<http://lattes.cnpq.br/1438969647834569>

RESUMO: Os agrotóxicos são substâncias ou misturas de substâncias de ingredientes químicos ou biológicos que se destinam a repelir, destruir ou controlar qualquer praga ou regular o crescimento de plantas. O emprego de agrotóxicos tem aumentado consideravelmente nos últimos anos a fim de incrementar a produção agrícola e evitar perdas de safras devido à infestação de pragas. Entretanto, a ampla utilização desses compostos e, muitas vezes, de forma desmedida, pode levar ao espalhamento dessas substâncias pelo meio ambiente. Neste contexto, o objetivo deste capítulo é abordar os agrotóxicos que apresentam toxicidade mais pronunciada e seus mecanismos de toxicidade, visando fornecer informações essenciais para minimizar os riscos associados pela exposição

ao uso desses compostos tóxicos na saúde humana.

PALAVRAS-CHAVE: Compostos tóxicos. Organoclorados. Organofosforados. Carbamatos. Piretróides.

RISK ASSOCIATED WITH PESTICIDES IN HUMAN HEALTH

ABSTRACT: Pesticides are substances or substance mixtures of chemical or biological ingredients that are intended to repel, destroy or control any pest or regulate plant growth. The use of pesticides has increased considerably in recent years in order to increase agricultural production and prevent crop losses due to pest infestation. However, the wide use of these compounds, often in an excessive way, can lead to the spread of these substances through the environment. In this context, the objective of this chapter is to address pesticides that have more pronounced toxicity and their toxicity mechanisms, aiming to provide essential information to minimize the risks associated with exposure to the use of these toxic compounds in human health.

KEYWORDS: Toxic compounds. Organochlorines. Organophosphates. Carbamates. Pyrethroids.

1 | INTRODUÇÃO

A importância da alimentação para a humanidade é inegável e ao longo dos anos, a forma como consumimos alimentos sofreu mudanças profundas, sendo necessários a aplicação de substâncias na cadeia produtiva

para tornar alimentos mais seguros (CAROCHO; MORALES; FERREIRA, 2015). Desta forma, os humanos estão continuamente expostos a vários produtos químicos oriundos de alimentos e que podem causar efeitos adversos à saúde em baixas doses, e potencializado, especialmente quando consumidos simultaneamente (GHASEMNEJAD-BERENJI et al., 2021). Dentre essas substâncias encontram-se os agrotóxicos, que atualmente, representam uma questão controversa e complicada de interesse para consumidores, produtores e processadores de alimentos, reguladores, legisladores e cientistas em todo o mundo (WINTER; JARA, 2015).

De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO, 2014), agrotóxicos são qualquer substância ou mistura de substâncias de ingredientes químicos ou biológicos que se destinam a repelir, destruir ou controlar qualquer praga ou regular o crescimento de plantas. Assim, estas substâncias desempenham papel crucial na redução das perdas de safra devido à infestação de pragas e, em contrapartida, observa-se que resíduos de agrotóxicos se espalharam pelo meio ambiente, contaminando diversos ecossistemas e comprometendo os recursos hídricos e alimentares (LEONG et al., 2020, GOMES et al., 2020).

Esse grande grupo de compostos orgânicos que contribuem efetivamente para o sistema agrícola atual, são utilizados desde o século passado, acarretando em um aumento considerável no rendimento das culturas e na produção de alimentos (GOMES et al., 2020). São misturas de diversos compostos constituídos por substâncias ativas, seus isômeros, metabólitos e produtos de degradação, com efeito ligado às transformações que ocorrem desde o momento da aplicação do produto, como processos metabólicos nas plantas ou transformações provocadas por microrganismos do solo (CZAJA et al., 2020). Por isso, é de extrema importância uma aplicação correta destes que, por serem substâncias tóxicas, em alguns casos, são utilizados em concentrações excessivas e podem apresentar seleção incorreta. Esses descuidos realizados no manejo levam à um elevado número de resíduos nos alimentos, pois permanecem nos tecidos vegetais levando à problemas de saúde ao consumidor final (GOMES et al., 2020; SPEAR, 1991).

Estudos sugeriram que as exposições ocupacionais e residenciais a alguns agrotóxicos sintéticos contribuem para o desenvolvimento de doenças humanas crônicas como câncer, problemas reprodutivos, desregulação endócrina, função cognitiva prejudicada. Além disso, agrotóxicos podem entrar na cadeia alimentar por meio do ar, da água e do solo, e devido ao seu potencial cancerígenos e citotóxicos, permanecem no ecossistema por mais tempo, acumulando no organismo dos consumidores resultando em sérias complicações de saúde como distúrbios da medula óssea e nervos, infertilidade e doenças imunológicas e respiratórias (CHAWLA et al., 2018; MESNAGE et al., 2019).

Portanto, o objetivo deste capítulo é abordar os agrotóxicos que apresentam toxicidade mais pronunciada e seus mecanismos de toxicidade, visando fornecer informações essenciais para minimizar os riscos associados pela exposição ao uso desses

compostos tóxicos na saúde humana.

2.1 CLASSIFICAÇÃO DE AGROTÓXICOS

Os agrotóxicos abrangem todos os compostos aplicados para destruir ou regular as pragas; incluindo inseticidas (insetos), herbicidas (ervas daninhas) e fungicidas (fungos) (HASSAAN; NEMR, 2020). O método mais comum e utilizado para classificação dos agrotóxicos é baseado na composição química e natureza dos ingredientes ativos, e é esse tipo de classificação que fornece informações em relação a eficácia e propriedades físico-químicas desses compostos. As características físicas e químicas dos agrotóxicos trazem informações muito úteis na determinação do modo de aplicação, concentração e precauções que precisam ser tomadas durante a sua aplicação. Baseada na sua composição química, agrotóxicos são classificados em quatro grupos principais: organoclorados, organofosforados, carbamatos e piretrina/piretróides (KAUR; MAVI; RAGHAY, 2019). Dentre as classes desses compostos, estão os inseticidas, que podem ser ainda classificados em várias subclasses (Figura 1).

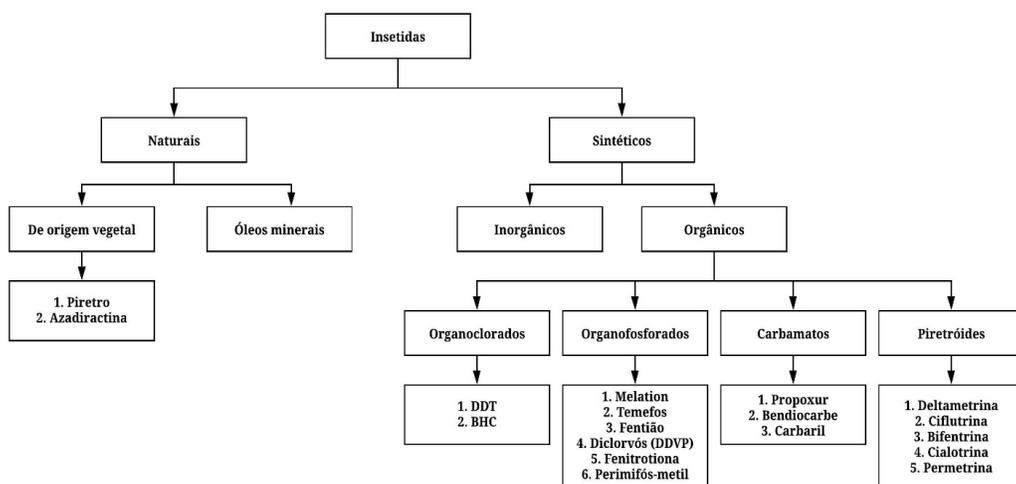


Figura 1. Subclasse dos inseticidas.

Fonte: Adaptado de Kaur, Mavi & Raghav (2019).

2.1 Organoclorados

Os organoclorados (OC) são um grupo de compostos clorados amplamente utilizados como agrotóxicos. Esses produtos químicos pertencem à classe de poluentes orgânicos persistentes (POPs) com alta persistência no ambiente e com potencial de se acumular no tecido adiposo (HASSAAN; NEMR, 2020). As estatísticas em relação ao

uso de diferentes agrotóxicos mostram que 40% desses compostos são pertencentes à classe de produtos químicos organoclorados. Devido ao seu baixo custo e à necessidade contra várias pragas, inseticidas organoclorados como diclorodifeniltricloroetano (DDT), hexaclorociclohexano (HCH), aldrina e dieldrin estão entre os agrotóxicos mais utilizados nos países em desenvolvimento da Ásia (FAO, 2005; GUPTA, 2004).

A natureza lipofílica e persistente da maioria dos agrotóxicos OC podem levar ao armazenamento de longo prazo no tecido adiposo, seguido por uma liberação no sistema circulatório (HASSAAN; NEMR, 2020). A dieta é a principal fonte de exposição de compostos OC para a população em geral, à medida que esses POPs aumentam sua biomassa através da cadeia alimentar, os consumidores de alimentos de origem animal, como peixes, carnes, leite e laticínios acabam com elevados níveis de exposição, devido à lenta biodegradação esses compostos se acumulam no corpo, por exemplo, o DDT pode permanecer no corpo humano por 50 anos (MREMA et al., 2013).

2.2 Organofosforado

Os organofosfatos (OP) são ésteres do ácido fosfórico. O grupo OP de agrotóxicos afirma seus efeitos através da inativação irreversível da enzima acetilcolinesterase, essencial para a função nervosa em humanos, insetos e outros animais. As amostras de OP degradam-se rapidamente por hidrólise na exposição à luz, ar e solo, porém pequenas quantidades são detectadas nos alimentos e na água potável (JAYARAJ; MEGHA; SREEDEV, 2016).

A presença de compostos organofosforados em alimentos, água e solo se tornou um dos principais problemas em todo o mundo (CHAWLA et al., 2018). Os humanos absorvem esses compostos por meio de várias vias, incluindo inalação, ingestão e penetração dérmica. Consequentemente, a absorção relativa desses compostos é diretamente influenciada pela especificidade dos agentes (YUE et al., 2016). Os OP são considerados uma das classes de agrotóxicos de amplo espectro que controlam uma grande variedade de pragas devido à suas múltiplas funções. A toxicidade desses compostos decorre sobretudo de insuficiência cardiorrespiratória por comprometimento do sistema nervoso. Esses agrotóxicos também são biodegradáveis, causam poluição ambiental mínima e apresentam resistência lenta a pragas. Inseticidas organofosforados são mais tóxicos para os vertebrados e invertebrados, atuando como inibidores da colinesterase e levando a uma sobreposição permanente de neurotransmissor de acetilcolina em uma sinapse. Como resultado, os impulsos nervosos não conseguem atravessar a sinapse causando uma rápida contração muscular voluntária, portanto, levando a paralisia e morte (KAUR; MAVI; RAGHAV, 2019).

2.3 Carbamatos

Os carbamatos são compostos orgânicos derivados do ácido carbâmico (NH_2COOH). O grupo funcional presente nos inseticidas são ésteres de carbamato. Seu mecanismo

de ação é por inativação reversível da enzima acetilcolinesterase. Esses compostos se decompõem no ambiente em semanas ou meses (GOEL; AGGARWAL, 2007).

Os carbamatos são semelhantes aos organofosforados. No entanto, eles diferem em sua origem. Organofosforados são derivados de ácido fosfórico, enquanto que os carbamatos derivados de ácido carbâmico. O princípio de atuação dos carbamatos é semelhante aos compostos organofosforados, afetando a transmissão de sinais nervosos e resultando na morte da praga por envenenamento. Eles podem ser facilmente degradáveis em ambiente natural com poluição ambiental mínima (KAUR; MAVI; RAGHAV, 2019).

Alimentos contaminados são a principal fonte de carbamatos para a população, embora as vias respiratórias e a pele também sejam rotinas de exposição. Como a exposição pré-natal é originada da exposição materna e a dieta das crianças depende principalmente dos cuidadores, o estilo de vida familiar e o padrão alimentar têm um forte impacto na exposição aos carbamatos no início da vida (ZHANG et al., 2020). Como um tipo de inibidor da acetilcolinesterase e desregulador endócrino que pode atravessar a barreira placentária e a barreira hematoencefálica, os carbamatos apresentaram efeitos de desenvolvimento não específicos e toxicidades neurais em ratos, os resultados observados sugerem um processo metabólico in vivo muito rápido (por exemplo, meia-vida de carbofurano em ratos é de 29 ± 5 min) (FERGUSON et al., 1984).

2.4 Piretróides

Piretróides e piretrinas são compostos orgânicos semelhantes isolados das flores dos piretros (*Chrysanthemum coccineum* e *Chrysanthemum cinerariaefolium*). As propriedades inseticidas das piretrinas são derivadas de ésteres cetoalcoólicos dos ácidos crisantêmico e piretróico (JAYARAJ; MEGHA; SREEDEV, 2016). Os piretróides afetam os canais de sódio e levam à paralisia do organismo. Os piretróides têm um nível comparativamente leve de toxicidade em mamíferos e uma capacidade de biodegradação rápida. A exposição a níveis muito altos dos compostos no ar, alimentos ou água pode causar tontura, dor de cabeça, vômito, espasmos musculares, baixa energia, convulsões e perda de consciência (GOEL; AGGARWAL, 2007).

A ingestão de partículas de poeira é uma das principais vias de exposição humana aos piretróides por conta de sua alta afinidade por partículas sólidas, e esse risco pode ser particularmente importante para crianças devido às suas atividades frequentes de mão-à-boca (WANG et al., 2018).

3 | RISCOS ASSOCIADOS COM O USO DE AGROTÓXICOS E OS EFEITOS NA SAÚDE DOS CONSUMIDORES

O Codex Alimentarius (1995) define “contaminante” como “qualquer substância não adicionada intencionalmente aos alimentos, que está presente em alimentos como resultado da produção, fabricação, processamento, preparação, tratamento, embalagem, transporte

ou retenção de alimentos ou como resultado de contaminação ambiental”. Devido a isso, a ocorrência de compostos potencialmente nocivos nos alimentos, como resíduos orgânicos e contaminantes, tem feito com que a segurança alimentar seja uma das principais preocupações da sociedade (FRENICH, ROMERO-GONZÁLEZ, AGUILERA-LUIZ, 2014). Neste contexto, embora os agrotóxicos se apresentem como uma das invenções mais importantes da agricultura moderna, trazem problemas de segurança alimentar, ao mesmo tempo que protegem as plantas de doenças, pragas e insetos (FU et al., 2018).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) cerca de três milhões de pessoas no mundo sofrem anualmente algum episódio de intoxicação decorrente da exposição dos mesmos com 220 mil mortes por ano (FAO, 1990). O Brasil é o 3º país no mundo que mais utiliza agrotóxicos (FAO, 2018) e são registradas 20 mil mortes por ano devido ao seu consumo desde 2008, decorrente do desenvolvimento do agronegócio no setor econômico. A exposição aos agrotóxicos pode causar uma série de doenças, dependendo do produto que foi utilizado, do tempo de exposição e quantidade de produto absorvido pelo organismo. Estas exposições podem ser de diversas formas: Através da inalação, contato dérmico ou oral durante a manipulação do agrotóxico, e o consumo de alimentos e água contaminados. Com isso, os efeitos agudos são irritação na pele, ardência, desidratação, alergias; ardência do nariz e boca, tosse, coriza, dor no peito, dificuldade de respirar e; irritação da boca e garganta, dor de estômago, náuseas, vômitos e diarreia. Alguns efeitos crônicos são conhecidos, como: dificuldade para dormir, esquecimento, aborto, impotência, depressão, problemas respiratórios graves, alteração do funcionamento do fígado e dos rins, anormalidade da produção de hormônios da tireoide, dos ovários e da próstata, incapacidade de gerar filhos, malformação e problemas no desenvolvimento intelectual e físico das crianças e câncer (INCA, 2020).

A associação entre exposição a agrotóxicos e desenvolvimento de câncer ainda gera polêmicas, principalmente porque os indivíduos estão expostos a diversas substâncias, sem contar outros fatores genéticos. Além disso, a sintetização de diversos pesticidas resulta em uma gama de estruturas químicas (toxinas) que possuem limitações inerentes na obtenção de dados de toxicidade para uma variedade de sistemas biológicos (alvos), disponibilizando pouca informação sobre os mecanismos de toxicidade a nível celular e molecular (ZHU et al., 2018). O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP) relacionou os impactos dos pesticidas à gama de doenças oncológicas (câncer), hematológicas e disfunção pulmonar, além de deficiências do sistema imunológico e deformidades inatas (UNEP, 1993). Os manipuladores de agrotóxicos têm riscos excepcionais relacionados à intoxicação por contato com a pele e inalação durante o manuseio e/ou tratamento com pesticidas para as plantações. E, devido o escoamento destas plantações, acarreta na contaminação da água que ao ser ingerida diretamente ou por animais contaminados por ela (HASSAAN; NEMR, 2020).

Os agrotóxicos podem causar vários efeitos adversos à saúde, como irritações na

pele e nos olhos, distúrbios nervosos e distúrbios dos sistemas imunológico e endócrino. Entre eles, a desregulação transitória ou permanente do sistema imunológico, responsável pela defesa contra doenças, pode causar danos leves e graves, como alergias (asma e rinite) até distúrbio inflamatório, câncer, doença inflamatória intestinal, artrite reumatóide e condição relacionada à síndrome metabólica. Além disso, a disfunção mitocondrial por pesticidas leva a doenças neurológicas como Parkinson ou transtorno bipolar e o câncer ocorre por função suprimida de células NK e células T citotóxicas. Alguns agrotóxicos contribuem para a desgranulação dos mastócitos por meio da produção de citocinas de células T auxiliares (Th2) (como IL-4 e IL-13) que promovem IgE pelas células B. IgE se liga aos mastócitos e contribui para a reação alérgica. Os agrotóxicos se ligam ao receptor de estrogênio (ER) e ao receptor de hidrocarboneto de arila (AhR) promovendo o início de doenças auto-imunes por meio do distúrbio do sistema endócrino (FU et al., 2018; LEE; CHOI, 2020).

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso extensivo de agrotóxicos levanta preocupações sobre as consequências para a saúde humana pois podem entrar na cadeia alimentar por meio do ar, da água e do solo, permanecendo no ecossistema por um longo tempo. As classes químicas dos compostos organoclorados, organofosforados, carbamatos e piretrina/piretróides são bastante estudadas devido a sua alta ocorrência nos alimentos e lenta biodegradação, podendo permanecer no corpo humano por mais tempo e conseqüente acúmulo desses contaminantes, acarretando em danos à saúde pública. A maior exposição aos níveis de resíduos desses compostos é resultante pelo consumo de alimentos contaminados. Com isso, torna-se indispensável os hábitos alimentares familiares, a higienização pessoal e a busca por alimentos certificados que promovam sua garantia de qualidade.

REFERÊNCIAS

CAROCHO, M.; MORALES, P.; FERREIRA, I. C. F. R. Natural food additives: Quo vadis? **Trends in Food Science & Technology**, v. 5, n. 2, p. 284-295, 2015.

CHAWLA, P.; KAUSHIK, R.; SWARAJ, V. S.; KUMAR, N. Organophosphorus pesticides residues in food and their colorimetric detection. **Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management**, v. 10, p. 292-307, 2018.

CODEX ALIMENTARIUS. **Codex general standard for contaminants and toxins in food and feed**. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1995.

CZAJA, K.; STRUCIŃSKI, P.; KORCZ, W.; MINORCZYK, M.; HERNIK, A.; WIADROWSKA, B. Alternative toxicological methods for establishing residue definitions applied for dietary risk assessment of pesticides in the European Union. **Food and Chemical Toxicology**, p. 111120, 2020.

FAO. Food and Agricultural Organization. **Occupational health issue in developing countries**. Public health impact of pesticides used in agriculture. Geneva, 1990. p. 207-212.

FAO. Food and Agricultural Organization. **Pesticides use**. 2018.

FAO. Food and Agricultural Organization. **Proceedings of the Asia Regional Workshop**. Bangkok: Regional Office for Asia and the Pacific. 2005.

FAO. Food and Agriculture Organization. **The international code of conduct on pesticide management**. Food & Agriculture Org, 2014.

FERGUSON, P. W.; DEY, M. S.; JEWELL, S. A.; KRIEGER, R. I. Carbofuran metabolism and toxicity in the rat. **Fundamental and Applied Toxicology**, v. 4, n. 1, p. 14-21, 1984.

FRENICH, A. G.; ROMERO-GONZÁLEZ, R.; AGUILERA-LUIZ, M. M. Comprehensive analysis of toxics (pesticides, veterinary drugs and mycotoxins) in food by UHPLC-MS. **TrAC Trends in Analytical Chemistry**, v. 63, p. 158-169, 2014.

FU, D. J.; LI, P.; SONG, J.; ZHANG, S. Y.; XIE, H. Z. Mechanisms of synergistic neurotoxicity induced by two high risk pesticide residues – Chlorpyrifos and Carbofuran via oxidative stress. **Toxicology in Vitro**, v. 54, p. 338-344, 2018.

GHASEMNEJAD-BERENJI, M.; NEMATI, M.; POURHEYDAR, B.; GHOLIZADEH, S.; KARIMIPOUR, M.; MOHEBBI, I.; JAFARI, A. Neurological effects of long-term exposure to low doses of pesticides mixtures in male rats: biochemical, histological, and neurobehavioral evaluations. **Chemosphere**, p. 128464, 2021.

GOEL, A.; AGGARWAL, P. Pesticide Poisoning. **The National Medical Journal of India**, v. 20, n.1, p. 182-191, 2007.

GOMES, H. O.; MENEZES, J. M. C.; COSTA, J. G. M.; COUTINHO, H. D. M.; TEIXEIRA, R. N. P.; Nascimento, R. F. A socio-environmental perspective on pesticide use and food production. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 197, p. 110627, 2020.

GUPTA, M. Pesticide exposure - Indian scene. **Toxicology**, v. 198, n. 1, p. 83-90, 2004.

HASSAAN, M. A.; NEMR, A. E. Pesticides pollution: Classifications, human health impact, extraction and treatment techniques. **The Egyptian Journal of Aquatic Research**, v. 46, p. 207-220, 2020.

INCA. National Cancer Institute. Agrotóxico. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/en/node/1909>. Acesso em: 03 jun. 2021.

JAYARAJ, R.; MEGHA, P.; SREEDEV, P. Organochlorine pesticides, their toxic effects on living organisms and their fate in the environment. **Interdisciplinary Toxicology**, v. 9, n. 4, p. 90-100, 2016.

KAUR, R.; MAVI, G. K.; RAGHAV, S. Pesticides classification and its impact on environment. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 8, n. 3, p. 1889-1897, 2019.

LEE, G. H.; CHOI, K. C. Adverse effects of pesticides on the functions of immune system. **Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology**, v. 235, p. 108789, 2020.

LEONG, W. H.; TEH, S. Y.; HOSSAIN, M. M.; NADARAJAW, T.; ZABIDI-HUSSIN, Z.; CHIN, S. Y.; KOK-SONG, L.; LIM, S. H. E. Application, monitoring and adverse effects in pesticide use: The importance of reinforcement of Good Agricultural Practices (GAPs). **Journal of Environmental Management**, v. 260, p. 109987, 2020.

MESNAGE, R.; TSAKIRIS, I. N.; ANTONIOU, M. N.; TSATSAKIS, A. Limitations in the evidential basis supporting health benefits from a decreased exposure to pesticides through organic food consumption. **Current Opinion in Toxicology**, v. 19, p. 50-55, 2019.

MREMA, E. J.; RUBINO, F. M.; BRAMBILLA, G.; MORETTO, A.; TSATSAKIS, A. M.; COLOSIO, C. Persistent organochlorinated pesticides and mechanisms of their toxicity. **Toxicology**, v. 307, p. 74-88, 2013.

SPEAR, R. Recognized and possible exposure to pesticides. In: HAYES, W. J.; LAWS, E. R. **Handbook of pesticide toxicology**. San Diego: Academic, 1991. p. 245-274.

UNEP. UN Environment Programme. **The Aral Sea: Diagnostic study for the development of an Action Plan for the conservation of the Aral Sea**. Nairobi, 1993.

WANG, J.; LIN, K.; TAYLOR, A.; GAN, J. In vitro assessment of pyrethroid bioaccessibility via particle ingestion. **Environment international**, v. 119, p. 125-132, 2018.

WINTER, C. K.; JARA, E. A. Pesticide food safety standards as companions to tolerances and maximum residue limits. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 14, n. 11, p. 2358-2364, 2015.

YUE, G.; SU, S.; LI, N.; SHUAI, M.; LAI, X.; ASTRUC, D.; ZHAO, P. Gold nanoparticles as sensors in the colorimetric and fluorescence detection of chemical warfare agents. **Coordination Chemistry Reviews**, v. 311, p. 75-84, 2016.

ZHANG, J.; GUO, J.; WU, C.; QI, X.; JIANG, S.; ZHOU, T.; XIAO, H.; LI, W.; LU, D.; FENG, C.; LIANG, W.; CHANG, X.; ZANG, Y.; CAO, Y.; WANG, G.; ZHOU, Z. Early-life carbamate exposure and intelligence quotient of seven-year-old children. **Environment International**, v. 145, p. 106105, 2020.

ZHU, J.; WANG, J.; DING, Y.; LIU, B.; XIAO, W. A systems-level approach for investigating organophosphorus pesticide toxicity. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 149, p. 26-35, 2018.

NOÇÃO COMPLEXA DE SAÚDE E AGROECOLOGIA: PARCERIA EM DIREÇÃO À SUSTENTABILIDADE

Data de aceite: 01/07/2021

Francisco Milanez

Universidade Federal do Rio Grande do Sul -
UFRGS

Vera Maria Treis Trindade

Universidade Federal do Rio Grande do Sul -
UFRGS

RESUMO: O ensaio visa explorar a possibilidade do uso da Noção Complexa de Saúde para contribuir na compreensão da agroecologia sob um novo olhar, inspirado pela Teoria da Complexidade, visando observar a realidade através de princípios diferentes daqueles que originaram a agricultura convencional. No trabalho são examinados os princípios e sua coerência com um sistema agroecológico, bem como a saúde como caminho para a sustentabilidade planetária.

PALAVRAS-CHAVE: Teoria da complexidade; agroecologia; noção complexa de saúde; sustentabilidade.

COMPLEX NOTION OF HEALTH AND AGROECOLOGY: PARTNERSHIP TOWARDS SUSTAINABILITY

ABSTRACT: The essay aims to explore the possibility of using the Complex Notion of Health to contribute to the understanding of agroecology under a new look, inspired by Complexity Theory, aiming to observe reality through principles different from those that originated conventional

agriculture. The paper examines the principles and their coherence with an agroecological system, as well as health as a way to planetary sustainability.

KEYWORDS: Complexity theory; agroecology; complex concept of health; sustainability.

INTRODUÇÃO

Nesse ensaio vamos examinar o possível relacionamento entre a noção complexa de saúde (NCS) e a agroecologia e qual seria o proveito da interação entre esses dois novos campos do conhecimento. Será analisada a complexidade que envolve um sistema agroecológico e como a NCS pode contribuir com a sua compreensão. O texto se propõe a explorar as possibilidades que os princípios da NCS podem oferecer à agroecologia no sentido de ampliação da visão de suas relações com a natureza e a saúde. Este trabalho justifica-se pela necessidade de desenvolvermos novos parâmetros para interpretar os benefícios e desafios que a agroecologia pode trazer a nossa sociedade. Por tratar-se de uma questão que envolve o complexo sistema da vida, e em vista do fracasso que as visões especializadas têm acumulado nos últimos anos, faz-se necessária uma abordagem nova que dê conta da integração e articulação das consequências da intervenção humana na natureza (CAPRA e LUISI, 2014). A visão cartesiano mecanicista (FEYERABEND, 1989) não possui estrutura

nem características que possam contribuir significativamente à compreensão do sistema complexo da agricultura. A crise do modelo atual de produção de conhecimento se reflete através da agricultura convencional, onde perdemos o controle sobre o resultado das intervenções antrópicas produzidas no meio ambiente. Não dispomos sequer de metodologia que dê conta de interpretar as consequências dos efeitos de nossas ações e, muito menos, de como gerenciar uma mudança em direção à sustentabilidade planetária. Nesse sentido o novo paradigma da complexidade oferece novos parâmetros pelos quais podemos olhar a realidade e administrá-la de forma mais coerente com o funcionamento dos ecossistemas, cuja manutenção é indispensável para o equilíbrio do planeta que, por sua vez, é retroativamente condição insubstituível à produção agrícola.

FUNDAMENTOS

A NCS (MILANEZ, 2017) foi desenvolvida como uma terceira via aos atuais conceitos de saúde que são o biomédico e o psicossocial. O primeiro está mais ligado ausência de doença enquanto o segundo inclui vários determinantes sociais econômicos ambientais e até mentais que o tornam bem mais amplo. Entretanto, os dois conceitos estão embasados no modelo tradicional de causalidade linear e unidirecional. Por outro lado, a NCS está fundamentada na teoria da complexidade e, por esta razão, traz outro tipo de relações entre os componentes do sistema e uma nova forma de olhar. Ela não possui determinantes e os elementos que influenciam a saúde são também por elas influenciados, evidenciando uma outra lógica, a da causalidade complexa. Não podemos tratar novas ideias com as regras das antigas, pois corremos o risco de sempre ficar marginalizados por essas regras. A agroecologia traz em si uma revolução na forma de se relacionar com a natureza, na compreensão da saúde das plantas, nos parâmetros de produção e até no relacionamento social. Não é razoável, portanto, que utilizemos uma visão antiga, que produziu um outro tipo de agricultura, para julgar e trabalhar a agroecologia.

DESENVOLVIMENTO

A NCS é embasada na Teoria da Complexidade (TC), especialmente na ótica de Edgar Morin, de onde tirou princípios como os de: irreduzibilidade, relação sujeito-objeto, relação objeto-meio, incerteza, irreversibilidade, hologramática, causalidade complexa, recursividade, dialógica, resiliência, autopoiese, homeostase, autonomia, organização e emergência. Através deles podemos observar um sistema agroecológico (SA) com outros olhos. O caminho metodológico (MILANEZ e TRINDADE, 2019, no prelo) que propomos consiste em discutir primeiro um princípio da teoria da complexidade, a seguir, como ele se expressa na prática em relação à saúde e depois como poderia se articular em relação a agroecologia. A finalidade é, por um caminho vivenciado por todos, a própria saúde,

alcançar uma visão de uma noção teórica através de uma forma relacionada à realidade vivenciada para depois aplicar ao sistema complexo estudado, neste caso agroecológico.

O método consiste em focar cada princípio da NCS, discutir seu conceito e como ele se relaciona com a saúde, baseado nas experiências pessoais. Cada um registra sua percepção. Uma vez desenvolvida essa relação, aplica-se o princípio a um sistema agroecológico por analogia. O próximo passo é examinar outro princípio e repetir o mesmo processo. Isso é feito com cada um dos 15 princípios (MILANEZ, 2017). A seguinte etapa dessa jornada é a integração final, o registro das conclusões e a comparação com os registros iniciais para propiciar a avaliação da possibilidade de ampliação do olhar sobre o sistema agroecológico. Essa ampliação não deve ser encarada de forma numérica quantitativa, mas de forma relacional qualitativa. O que importa nesse caso é o processo, muito mais que o resultado. A mudança na forma como vemos as relações, tanto internamente a um sistema agroecológico, como com a saúde, processo maior e mais abrangente. O interessante deste trajeto metodológico é o fato de tornar algo pouco palatável para a maioria das pessoas, como a Teoria da Complexidade, algo atrativo e de fácil compreensão. Isso acontece ao relacionar a experiência de saúde individual vivenciada aos conceitos dos princípios teóricos. Utiliza-se não o que aprendemos sobre a saúde, mas o que vivenciamos em nossa existência empírica. O fruto disso é trazer a teoria para a vida. Uma vez compreendidas, essas noções teóricas são transportadas e utilizadas para expandir a visão do sistema complexo agroecológico agregando uma enorme quantidade de relações e aspectos que servem para aprofundar a visão da questão. É por meio desse processo que se pode vislumbrar a interdependência de todas as relações que envolvem a saúde, a agroecologia e a sustentabilidade planetária que nada mais é que a manutenção da saúde da Terra.

Apenas a título ilustrativo, nesse trabalho teórico, desenvolvemos uma das infinitas possibilidades a seguir. Quando trabalharmos o princípio da irredutibilidade, base da TC, analisamos de irredutibilidade na saúde complexa e a impossibilidade isolar as relações que a compõe sem o risco de perder o principal. Após nos darmos conta da importância da irredutibilidade no funcionamento de um sistema vamos especular em um SA, onde se eliminar o clima, o solo, os animais, as plantas, os humanos, por exemplo, perderemos a compreensão de seu funcionamento. Todos os componentes que se encontram no SA são indispensáveis para o seu funcionamento e compreensão, mesmo os mais discretos podem ser determinantes. Surge daí a necessidade de trabalharmos os sistemas através de variáveis que expressem sua complexidade. Ao falarmos da relação sujeito-objeto conforme a NCS estamos reconhecendo que o observador influi sobre o SA. Entendemos que ele não é neutro e que, por consequência, sua forma de ver o mundo terá grande influência sobre a forma como vai interpretar o SA. Ao nos referirmos a relação objeto-meio, estamos considerando que um sistema de produção agroecológico depende do meio ambiente onde está inserido e varia de acordo com ele. Isso fica claro na agroecologia

quando entendemos que a presença, por exemplo, de plantas nativas pode atrair insetos que consideramos danosos para nossos cultivos e, também, que a manutenção das plantas nativas mantém, inclusive, os inimigos naturais deles. Não há, portanto, dentro dessa lógica, saúde de uma plantação independente da saúde do ecossistema ao redor. Poderemos daí também extrapolar que a saúde planetária depende do equilíbrio da relação desses sistemas para a manutenção da sustentabilidade. Quando falamos de incerteza (LIEBER e ROMANO-LIEBER, 2003), nós consideramos que tanto a saúde como a agroecologia não são processos matemáticos, onde se somam multiplicam e encontram resultados exatos, mas um desafio no qual constantemente lidamos com o imponderável. O fato de não existirem certezas não impede que tenhamos graus de segurança através do conhecimento da resiliência e da homeostase do sistema produtivo agroecológico. Ao considerarmos a irreversibilidade de um sistema, podemos entender que as mudanças que ocorrem no sistema natural são irreversíveis. Podemos recuperar um sistema, mas jamais teremos o sistema original novamente. As mudanças no tempo são em apenas um sentido o que nos obriga a sermos mais cuidadosos e precavidos. Quando olhamos um SA através da visão hologramática (MORIN, 2005b) observamos que, em diferentes níveis e escalas, a organização se reflete do todo nas partes e das partes no todo, como é o caso da genética onde cada célula tem as informações que compõem e estruturam o corpo todo, e esse as das células. A causalidade complexa (MORIN, 2005a) mostra que na realidade não existe causa e efeito, mas que todos os efeitos são também causas e que as influências são sempre mútuas. Ao aplicarmos um agrotóxico sobre o sistema produtivo faremos com que ele, ao eliminar os inimigos naturais, aja também sobre o uso do agrotóxico, causando seu maior consumo no futuro. O que parece, para um desavisado, ser causa de um determinado efeito é também por ele modificado. A recursividade conforme Morin (2002, 2015a) é um movimento generativo que resulta num processo evolutivo criativo. É o que acontece no sistema imunológico das plantas que, ao se regenerarem, produzem um novo estado de proteção imunológica sempre mais evoluído. Se considerarmos a dialógica segundo Morin (FORTIN, 2007), o fruto da interação entre ideias antagônicas não é uma simples síntese, mas uma nova ideia que carrega dentro aquele antagonismo e, por isso, é muito mais criativa e dinâmica. Observamos na natureza, ao contrário do que sempre foi dito, que existe muito mais cooperação e coexistência do que competição e eliminação. Podemos observar, por exemplo, no caso de predadores que se alimentam das mesmas presas, mas não competem entre si, ao contrário, cooperam. É o caso dos leões e das hienas onde, a sobra alguns, é o alimento de outros. A noção de resiliência (HOLLING, 1973) é extremamente importante nos sistemas vivos por que nos oferece a percepção de que existem limites para todos os parâmetros ambientais, como no caso da temperatura que determinada espécie de planta resiste a uma determinada amplitude térmica e tem limites inferior e superior que podem levá-la à morte. Através da noção de autopoiese (MATURANA e VARELA, 1997), podemos compreender melhor a capacidade que os seres vivos têm

de se auto produzirem constantemente, o que faz com que eles, como nós, de tempos em tempos, sejam organismos completamente novos, com novas células semelhantes às originais. Através dessa característica os seres vivos se mantêm no tempo com grande grau de conservação de suas características a despeito de suas células perecerem. Chamamos de homeostase (CANON, 1939) ao equilíbrio dinâmico que mantém, por exemplo, as populações de determinada espécie que, mesmo observadas variações grandes através do tempo, ao final conservam sua relação com o meio e seu equilíbrio através de constantes correções. Por meio desse princípio é possível compreender a manutenção das populações de várias espécies presentes nos SAs e que, ao variarem, parecem oferecer riscos que, na verdade, estão dentro de comportamentos normais de oscilação (CAPRA, 2002). Por autonomia (ARAÚJO, et al., 2009; MORIN, 2005a, b) entendemos a capacidade de um ser que, embora imerso no meio ambiente, consegue manter suas características individuais nessa interação. Neste caso podemos notar os microrganismos que estão imersos em ambiente líquido, mas dele diferem em suas concentrações e funcionamentos, graças a autonomia que tem do meio. Organização (MORIN, 2002; FORTIN, 2007) é uma noção que nos permite refletir sobre o conjunto de características variadas que constitui um ser vivo e lhe dá ordem que possibilita seu funcionamento. Através da organização podemos compreender as grandes diferenças que existem entre seres, pois todos têm soluções de organização diferenciadas e por isso não se sobrepõem. De todas as noções da teoria da complexidade, possivelmente, a mais importante seja a emergência, pois ela constitui-se no fenômeno que dá sentido a própria existência de um sistema complexo. Emergência (TINTI, 1998) é um fenômeno que se manifesta como produto das relações de um sistema complexo e, por essa razão, não se encontra em nenhuma das partes desse sistema. A vida constitui o melhor exemplo de emergência, pois não se encontra em nenhuma das partes de um ser vivo, mas é produto da interação de todas elas. Graças à emergência o somatório das partes é diferentes do todo. Com esses pequenos exemplos, podemos observar a quantidade de possibilidades que a NCS pode oferecer a melhor compreensão dos sistemas agroecológicos e das teorias e elas associadas, com é o caso da Trofobiose (CHABOUSSOU, 1987). Se considerarmos que a base de um sistema vivo, como o agroecológico, é a sua saúde, então poderemos entender que uma NCS pode iluminar a compreensão de SAs na direção de uma nova forma de ver a natureza, a produção, a sustentabilidade e a própria sociedade.

CONCLUSÕES

Através das ideias deste ensaio gostaríamos de provocar a reflexão sobre a necessidade de pensarmos de forma nova para entendermos uma nova realidade, já que, se “jogarmos” com as regras que produziram a realidade atual, provavelmente seremos conduzidos a resultados próximos dos atuais. O que apontamos aqui, são possibilidades

de um caminho, não somente mais rico, pois, como já disse Morin (2014), podemos utilizar a teoria da complexidade para adaptá-la ao sistema atual, tirando dela o conteúdo revolucionário que possui, ou podemos começar a pensar de forma realmente diferente. O fato é que, como mostra o relatório da ABRASCO (CARNEIRO, 2015), estamos em situação muito grave com referência a nossa saúde e também a dos outros seres que dividem o planeta conosco, e dos quais somos irremediavelmente dependentes. Precisamos tomar medidas significativas para alcançar a sustentabilidade. O que aqui trazemos, é uma possibilidade de auxílio a esse enorme desafio. Resta-nos examinar, cuidadosamente, sua coerência com o que desejamos e pretendemos para o futuro.

Tratar os sistemas através de sua saúde, e de uma visão complexa da realidade, parece ser um grande passo para iniciar uma mudança significativa em direção a sustentabilidade planetária.

AGRADECIMENTOS

À CAPES e ao Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências do Instituto de Ciências Básicas da Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. A. de; BRITO, A. M. de; NOVAES, M. Saúde e autonomia: novos conceitos são necessários? **Revista Bioética**, v. 16, n. 1, 2009.

CANON, W. Br. **Homeostase. A sabedoria do corpo**. Norton, New York, 1939.

CAPRA, F; LUISI, P. L. **A visão sistêmica da vida: uma concepção unificada e suas implicações filosóficas, políticas, sociais e econômicas**. São Paulo: Cultrix, 2014.

CAPRA, F. **As conexões ocultas: ciência para uma vida sustentável**. São Paulo: Editora Cultrix, 2002.

CARNEIRO, F. F. (org.). **Dossiê da ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. São Paulo: Expressão Popular, 2015.

CHABOUSSOU, Francis. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos (a teoria da trofobiose)**. Porto Alegre: L&PM, 1987.

FEYERABEND, P. K. **Contra o método**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1989.

FORTIN, R. **Compreender a Complexidade: introdução ao Método de Edgar Morin**. Lisboa: Instituto Piaget, 2007.

HOLLING, C. S. Resiliência e estabilidade dos sistemas ecológicos. **Revisão anual da ecologia e sistemática**, v. 4, p. 1-23, 1973.

LIEBER, R. R.; ROMANO-LIEBER, Nicolina Silvana. Risco, incerteza e as possibilidades de ação na saúde ambiental. **Rev. Bras. Epidemiol.**, v. 6, n. 2, p. 121-134, 2003.

MATURANA, H.; VARELA, F. **De máquinas e seres vivos. Autopoiese – a Organização do Vivo.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

MILANEZ, F.; TRINDADE, V. M. T. **A noção complexa de saúde associada à pedagogia recursiva como método para o ensino de sistemas complexos.** In Anais do XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciência - Enpec, 25 de junho de 2019, Natal. RN, no prelo.

MILANEZ, J. F. B. **Noção complexa de saúde: contribuição para a construção à luz da teoria da complexidade.** 2017. Dissertação (Educação em Ciências), Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MORIN, E. **O método 1 - A natureza da natureza.** Porto Alegre: Sulina, 2005a.

MORIN, E. **O método 2 - A vida da vida/tradução de Marina Lobo.** Porto Alegre: Sulina, 2002.

MORIN, Edgar. **O método 3- O conhecimento do conhecimento.** 3ª ed. Porto Alegre: Sulina; 2005b.

MORIN, E. **Os setes saberes necessários à educação do futuro.** Cortez Editora, 2014.

TINTI, T. La sfida della complessità verso il terzo millennio. **Rivista Novecento**, v. 18, n.12, 1998.

CAPÍTULO 5

GENERO E AGROECOLOGIA – COMPARTILHANDO EXPERIÊNCIAS DO CENTRO VOCACIONAL TECNOLÓGICO APINAJÉ COM AS GUERREIRAS DE CANUDOS

Data de aceite: 01/07/2021

Data de submissão: 31/03/2021

Sara Duarte Sacho

Universidade Federal de Goiás, Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais (CIAMB/UFG)
Goiânia - Goiás
ORCID: 0000-0002-5414-9869

Leniany Patrícia Moreira

Universidade Federal de Goiás, Projeto SanRural
Goiânia – Goiás
<http://lattes.cnpq.br/7965636619915670>

Wilson Mozena Leandro

Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomias (EA/UFG)
Goiânia – Goiás
ORCID: 0000-0002-7513-5976

Sara Fernandes dos Santos

Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia (EA/UFG)
Goiânia – Goiás
<http://lattes.cnpq.br/0916377947894439>

Warde Antonieta da Fonseca Zang

Instituto Federal de Goiás (IFG)
Goiânia – Goiás
ORCID: 0000-0003-2464-0777

Joachim Werner Zang

Instituto Federal de Goiás (IFG)
Goiânia – Goiás
<http://lattes.cnpq.br/5818811419946775>

RESUMO: O presente trabalho apresenta algumas reflexões acerca das experiências iniciais do Centro Vocacional Tecnológico Apinajé (CVT-Apinajé) - Mulheres e Jovens com o grupo de mulheres Guerreiras de Canudos, reconhecendo na experiência vivida, a íntima relação entre a agroecologia; a preservação da biodiversidade do Cerrado; e dos saberes tradicionais com uma importância extremamente presente, principalmente, para populações que vivem no campo, onde a mulher cumpre um importante papel no contexto social e ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: Guerreiras de Canudos; Centro Vocacional Tecnológico Apinajé; Agroecologia; Mulher.

GENDER AND AGROECOLOGY – SHARING EXPERIENCES OF THE APINAJÉ TECHNOLOGICAL VOCATIONAL CENTRE WITH THE CANUDOS WARRIORS

ABSTRACT: This paper presents some reflections on the initial experiences of the Apinajé Technological Vocational Centre - Women and Youth with the women's group Warriors of Canudos, recognizing in their experience the connection with agroecology; the preservation of the biodiversity of the Cerrado and their traditional knowledge, which is extremely important, especially for people living in rural areas, where women play an important role in the social and environmental context.

KEYWORDS: Canudos Warriors; Apinajé Technological Vocational Centre; Agroecology; Woman.

CONTEXTO

O Assentamento Canudos compreende uma área de 12.757 hectares, situado na divisa dos municípios de Palmeiras de Goiás, Campestre de Goiás e Guapó, resultante da desapropriação de uma fazenda cujo território continha uma Reserva Particular de Patrimônio Natural (RPPN), no ano de 2000. Com a elaboração de um Termo de Compromisso, Responsabilidade e Ajustamento de Conduta (TAC) em 2001, o planejamento da área, focado no conceito de Microbacias, envolveu a participação das famílias homologadas e de instituições como o Incra, Ministério do Meio Ambiente e Universidade Federal de Goiás (HORA *et al.*, 2011).

O Plano de Desenvolvimento do Assentamento (PDA), implementado em Canudos em 2003, resultou no parcelamento da área em 329 unidades de produção familiares com dimensão média de 18 ha, ocupando 45,92% da área total do assentamento, de forma que a disposição dos lotes foi feita priorizando minimizar os custos de infraestrutura e aglutinar as áreas de reservas, uma vez que 55,08% da área foi reconhecida como área de preservação permanente (APP), reserva legal, reserva particular do patrimônio natural (RPPN), corredores ecológicos ou matas, conforme é apresentado na Figura 1 (HORA *et al.*, 2011).

Butto e Hora (2008) indicam que um aspecto importante para as reflexões sobre gênero nas problemáticas rurais, é o entendimento sobre como se manifesta a divisão sexual do trabalho no interior da família, onde as mulheres são frequentemente responsáveis pelo trabalho reprodutivo (atividades domésticas e os cuidados familiares; preparo de alimentos; higiene familiar; produção de alimentos voltados para o autoconsumo familiar, como hortas e criação com pequenos animais; e as atividades de cuidados com crianças menores, doentes e idosos), enquanto os homens ficam responsáveis pelo trabalho produtivo (atividades em que há geração de renda monetária envolvendo a venda de produtos ou da força de trabalho).

Em razão das atribuições assumidas, os homens participam mais dos espaços públicos, enquanto as mulheres são concebidas segundo a posição que ocupam no interior das famílias, na maioria das vezes atribuído uma visão romantizada de seu papel como esposa e mãe (BUTTO; HORA, 2008).

Nesse cenário de desigualdades de gênero, as autoras refletem que a inserção das mulheres em atividades coletivas externas ao círculo familiar é limitada, com prejuízos para o estabelecimento de mecanismos de participação efetiva e igualitária das mulheres nos processos decisórios, implementação de políticas públicas e assistência técnica, que por vezes reforçam o papel delas na esfera privada, não permitindo a emergência de processos de promoção da autonomia (BUTTO; HORA, 2008).

Apesar de mudanças estruturais da sociedade, o patriarcado ainda prevalece na concepção do homem como chefe da família, enxergando a mulher a partir de um papel

complementar ao do homem, entretanto, recentemente algumas políticas públicas têm reconhecido o papel igualitário desempenhado por mulheres e homens na sociedade, com reflexos num conjunto de mudanças normativas, entre elas o reconhecimento da chefia familiar feminina; e na instituição da titulação conjunta obrigatória para o acesso e regularização de parcelas rurais (HORA, 2018).

Para iniciar o exercício de compreender o papel da agroecologia no fortalecimento do papel da mulher na agricultura busca-se como reflexão a definição de Assis (2002), que a Agroecologia resgata a lógica das sociedades camponesas tradicionais e seus conhecimentos tradicionais desprezados pela agricultura moderna como forma de vencer o desafio de estabelecer uma agricultura sustentável.

A agroecologia está intimamente ligada a preservação da biodiversidade do Bioma Cerrado e dos saberes tradicionais e tem uma importância extremamente presente principalmente para populações que vivem no campo. Nesse sentido a mulher camponesa cumpre um importante papel nesse contexto social e ambiental.

De acordo com Ferreira (2009) o Agroecologia pode contribuir com o empoderamento da mulher camponesa, a partir da construção de autonomia através do conhecimento e como consequência a diminuição das relações de dependência. Experiências exitosas estão sendo construída ao longo dos anos por mulheres que buscam formas de empoderar-se, como é o caso da experiência do grupo Baru, do Assentamento São Manoel do município de Anastácio no Estado do Mato Grosso do Sul que tiveram sua realidade transformada através do trabalho com processamento e subprodutos de frutos do cerrado.

DESCRIÇÃO DA EXPERIÊNCIA

O Grupo Guerreira de Canudos surge a partir da necessidade da organização das mulheres assentadas em construir coletivamente alternativas para sua organização e empoderamento tanto político quanto financeiro, tendo como objetivo inicial o trabalho com plantas medicinais.

Uma das dificuldades iniciais do grupo era ter condições financeiras de iniciar o trabalho, e alguns projetos contribuíram para o início dessa experiência como o projeto CIMA's (Centros Irradiadores do Manejo da Agrobiodiversidade), que foi um projeto financiado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) e outro financiado pelo Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA) dos anos 2009 a 2012.

A Universidade Federal de Goiás em 2010, através da Escola de Agronomia (EA-UFG), iniciou o projeto "Melhoria das condições socioeconômicas no Assentamento Canudos em Goiás por meio do desenvolvimento científico e tecnológico em base agroecológica". Nesse mesmo ano houve várias reuniões com o grupo de mulheres com o objetivo de promover troca de experiências em torno da vivência individual e coletiva de mulheres relacionadas à qualificação da produção agroecológica, extrativista, artesanato

assim como o acesso a políticas públicas e desenvolvimento rural. Esse projeto foi um marco importante para o fortalecimento do grupo Guerreira de Canudos, pois possibilitou a capacitação técnica através de atividades desenvolvidas pelo próprio grupo, como por exemplo o cultivo coletivo de plantas medicinais, mas para além dessa capacitação possibilitou a troca de experiência entre as participantes e a geração de renda através da produção e comercialização através de feiras livre.

Colhendo os frutos dessa experiência, as Guerreiras de Canudos estão contempladas na proposta do projeto de criação do Centro Vocacional Tecnológico (CVT) Apinajé - Formação de mulheres e jovens, financiado pelo CNPq no âmbito da chamada MCTIC/MAPA/MEC/SAF - CASA CIVIL/CNPQ nº 21/2016, executado a partir da parceria entre o Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG) com a Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás (UFG), além da participação de outras instituições do Centro-Oeste e núcleos de pesquisa ligadas a Rede Centro Oeste de Agroecologia.

A consolidação do projeto envolve a atuação de equipes Inter- e Multidisciplinares de diversas áreas do conhecimento com princípios da auto gestão e da pesquisa-ação principalmente da Agroecologia, Saneamento Rural, Produção Orgânica, Tecnologia de Processos Sustentáveis e Produção Limpa, Preservação dos Recursos Naturais, Psicologia, Química e Ciências Exatas e da Terra, Biologia e produtos artesanais.

Na metodologia da pesquisa do projeto CVT-Apinajé são incluídas ações com as Guerreiras de Canudos, as quais se iniciaram em dezembro de 2017, com a primeira visita técnica e trabalho de campo da equipe do projeto com o grupo de mulheres no assentamento de Canudos. Na oportunidade, de maneira informal, as mulheres contaram a história do grupo, junto com um pouco da percepção de cada uma sobre sua experiência, por vezes com muita emoção, seu interesse na reativação do grupo, que estava desarticulado naquele momento por diversas dificuldades que atravessavam. O grupo da pesquisa tem se dedicado especialmente em ouvir essas mulheres denominadas Guerreiras de Canudos de maneira exploratória (informal) em um exercício construtivo com ações a serem implementadas ao longo do projeto.

Assim, os meses de dezembro e janeiro foram dedicados à mobilização das antigas companheiras do grupo, na escuta dos interesses pessoais e coletivos de cada uma delas e suas expectativas para o grupo e para o projeto. Percebe-se muita dificuldade com a presença das mulheres nas atividades, muito ocupadas com os deveres domésticos, o trabalho para geração de renda e o trabalho nos seus lotes individuais.

Nos trabalhos de campo aplicam-se rodas de conversa, as quais orientaram o grupo da pesquisa em apoiar a primeira ação realizada de reativação da “Farmacinha”, que aconteceu durante os meses de fevereiro e março de 2018, com o preparo do seu local na Sede do Assentamento de Canudos, seguido da limpeza e organização dos materiais, multiplicação das mudas e a construção de um viveiro para as plantas medicinais.

Em seguida, o projeto se dedicou na construção da identidade visual do grupo, com a produção de rótulos para os produtos da “Farmacinha”, camisetas e material de divulgação, visando a participação das Guerreiras de Canudos em feiras, eventos e oportunidades para exposição dos produtos.

Paralelamente, o grupo da pesquisa CVT-Apinajé articulou a realização de uma vivência de uma semana das mulheres de Canudos com o projeto Kombosa me carREGA. O projeto Caravana Cultural e Agroecológica Kombosa me CarREGA é uma iniciativa junto à Rede de Grupos de Agroecologia do Brasil (REGA), através de uma campanha de financiamento colaborativo, com o propósito de conhecer, vivenciar e registrar experiências agroecológicas no Brasil, contribuindo para a consolidação da agroecologia no Brasil, e a promoção da convergência entre os Grupos de Agroecologia. Durante a vivência em Canudos, a Kombosa acompanhou a produção de cosméticos naturais na Farmacinha, realizou cine debates e espaços de formação sobre Ginecologia Política e Saúde da Mulher (ver figuras 1 e 2).



Figura 1 - Dia de produção das Guerreiras de Canudos com a Kombosa me carREGA na Farmacinha.



Figura 2 - Espaço de formação sobre Saúde da Mulher.

Durante as conversas e atividades desenvolvidas na pesquisa, foram levantadas muitas dúvidas e desafios com relação a organização do grupo e a possibilidades para a venda dos produtos, que foi apontado como a maior preocupação das mulheres. Nesse sentido, foram realizadas rodas de conversa com a Incubadora Social da UFG para esclarecimento das dúvidas que as mulheres traziam e prospecção de possibilidades para a organicidade do grupo.

No mês de maio de 2018, o CVT-Apinajé realizou duas atividades na programação da Agro Centro Oeste familiar: o Encontro de Mulheres; e a Oficina de Pomada Milagrosa, realizado por duas representantes das Guerreiras de Canudos. As atividades propostas contaram com a presença de homens, mulheres e jovens de assentamentos da reforma agrária, estudantes e professores da Escola da Família Agrícola de Orizona, do Instituto Federal de Urutaí, da Universidade Estadual de Goiás e da Universidade Federal de

Goiás, quilombolas, associações e cooperativas de mulheres agricultoras familiares e dos movimentos sociais especialmente do Movimento dos Trabalhadores Sem Terra (MST) e Movimento Camponês Popular (MCP) (ver figuras 3 e 4).



Figura 3 - Oficina de Pomada Milagrosa na Agro Centro Oeste Familiar, 2018.



Figura 4 - Exposição das Guerreiras de Canudos na Feira do evento, 2018.

Diante do interesse das mulheres em desenvolver sobre as plantas medicinais do Cerrado, e natural envolvimento do projeto com a questão das plantas medicinais e saberes tradicionais, o CVT-Apinajé organizou a participação dos interessados no Raízes - III Grande Encontro de Raizeiros, Parteiras, Benzedeadas e Pajés na Chapada dos Veadeiros de 24 a 26 de maio de 2018 (RAIZES, 2018). O encontro Raízes promoveu a realização oficinas sobre medicina caseira, rodas de conversa, cursos sobre plantas do Cerrado, saídas de campo (caminhadas no Cerrado) para identificação de plantas medicinais, palestras, exibição de documentários sobre a temática, feira de produtos artesanais, entre outras atividades promovidas pelos e para os detentores de seus conhecimentos, com a proposta de promover esse espaço de troca de saberes e fortalecimento dos conhecimentos tradicionais.

Atualmente o projeto se dedica na organização e articulação das Guerreiras de Canudos para exposição na Loja da Agricultura Familiar no mês de novembro de 2018 no Passeio das Águas, junto a outros onze empreendimentos de agricultores familiares de Goiás. A loja é uma iniciativa da comissão organizadora da Agro Centro-Oeste Familiar, maior evento da agricultura familiar do Centro-Oeste brasileiro, que acontecerá de 29 de maio a 1 de junho de 2019 no Campus Samambaia da UFG. Os expositores participarão de cursos e receberão consultoria especializada para montarem a loja (AGROCENTRO-OESTE, 2019).

RESULTADOS

No decorrer das atividades desenvolvidas com as Guerreiras de Canudos, no contato

com o dia a dia das mulheres, foi importante estar atento às motivações e os desafios vividos por cada uma, na construção conjunta de atividades e iniciativas que emergem das mulheres, coerentes e as condições e o momento em que o grupo vive.

Percebe-se a importância das políticas públicas, programas e projetos de extensão que chegam até o assentamento na vida das mulheres, construindo as condições para sua permanência no campo com qualidade de vida. Nesse sentido, observa-se a importância de valorizar a experiência das mulheres no fortalecimento da sua identidade como grupo. As atividades aplicadas no projeto CVT-Apinajé incluem a promoção de rodas de conversa, oficinas de formação e espaços de organização cultural direcionados aos interesses do grupo e das mulheres rurais.

As mulheres reconhecem no grupo das Guerreiras de Canudos, uma importância que vai além da renda proveniente da venda dos produtos. Em várias oportunidades relataram a importância do grupo para a vida pessoal de cada uma, com o relacionamento entre as mulheres, as conversas, o “olhar pra cara uma da outra”, e as formações que participam, que acrescentam em conteúdo e vivência.

Com o desenvolvimento do projeto, observam-se pontos mais frágeis junto a comunidade pesquisada, tais como a importância de iniciativas com a proposta de investigar melhores possibilidades para as Mulheres de Canudos, apoiada na prospecção de oportunidades para a venda dos produtos da Farmacinha, bem como o desenvolvimento da organicidade do grupo.

Durante as experiências com as mulheres, observou-se que metodologias com grande potencial para superar os desafios seriam as participativas, de experiências de incubação de grupos e cooperativas, bem como a Economia Solidária.

REFERÊNCIAS

ASSIS, L.; ROMEIRO, A. R. **Agroecologia e agricultura orgânica: controvérsias e tendências.** Desenvolvimento e Meio Ambiente, n. 6, p. 67-80, jul./dez. 2002. Editora UFPR.

BUTTO, Andrea; HORA, Karla. **Ater para mulheres - a experiência recente do governo federal. In: Assessoria Técnica com Mulheres: uma abordagem feminista agroecológica.** Cadernos Feministas de Economia & Política. n. 4. ISSN 1809-2977. Recife, 2008.

FERREIRA, Ana Paula Lopes. A Importância da Perspectiva Agroecológica no Empoderamento das Mulheres Camponesas: Processo Mulheres e Agroecologia como Estudo de Caso. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, 2009.

HORA, Karla Emmanuela R; OLIVEIRA, Victor T; SOUZA, Ana Cláudia L; BORGER, Fernanda; MARTINS, Fernanda L; BARROS, Elaine Franciely dos S; SOARES, Lorena A; FERREIRA, Nilson C; SCALIZE, Paulo S; MAURO, Rogério A. **Avaliação ambiental integrada de recursos hídricos sob a perspectiva de gênero: estudo de caso do Projeto de Assentamento Canudos em Goiás.** XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Maceió, 2011.

HORA, Karla Emmanuela Ribeiro. **UBUNTU: eu sou porque nós somos – desafios para a luta das mulheres rurais por políticas públicas pós-golpe 2016.** Revista OKARA: Geografia em debate, v.12, n. 2, p. 434-466. João Pessoa, 2018.

CAPÍTULO 6

INTERACCIONES TRANSDISCIPLINARIAS DE LA ETNOBIOLOGÍA Y AGROECOLOGÍA EN MÉXICO Y BRASIL

Data de aceite: 01/07/2021

Data de submissão: 06/04/2021

Wagner Gervazio

Universidade Federal do Mato Grosso, UFMT,
Faculdade de Agronomia e Zootecnia; Núcleo
de Pesquisa e Extensão Rural em Agroecologia
e Agricultura Familiar/NAFA; Grupo de
Pesquisa Interdisciplinar em Sistemas
Agroalimentares/Unemat
Cuiabá, MT
<http://lattes.cnpq.br/0044300898154040>

Sonia Maria Pessoa Pereira Bergamasco

Universidade Estadual de Campinas, Unicamp,
Faculdade de Engenharia Agrícola
Campinas, SP
<http://lattes.cnpq.br/8863899187043019>

Ana Isabel Moreno-Calles

Universidad Nacional Autónoma de México,
Unam; Escuela Nacional de Estudios Superiores
Morelia, Michoacán
<https://orcid.org/0000-0003-2526-2739>

Adriano Maltezo da Rocha

Universidade Do Estado de Mato Grosso,
Unemat, Faculdade de Ciências Biológicas e
Agrárias; Grupo de Pesquisa Interdisciplinar
em Sistemas Agroalimentares/Unemat
Alta Floresta, MT
<http://lattes.cnpq.br/0322584934720610>

Ricardo Adriano Felito

Instituto Federal de Mato Grosso, IFMT; Grupo
de Pesquisa Interdisciplinar em Sistemas
Agroalimentares/Unemat
Alta Floresta, MT
<http://lattes.cnpq.br/7142598714030092>

RESUMEN: Brasil y México son países donde las diversidades biológicas y culturales convergen dando lugar a una relevante riqueza biocultural. El objetivo de este trabajo es analizar las interacciones transdisciplinarias entre la Etnobiología y la Agroecología en Brasil y México. Para ello se analizaron los temas del XI Congreso Mexicano de Etnobiología y del XI Simposio Brasileño de Etnobiología y Etnoecología. Los principales temas comunes de los dos eventos fueran la agrobiodiversidad, la agroecología y los huertos familiares. En particular en México las interacciones transdisciplinarias están más fuertemente relacionadas con los sistemas agroforestales y en Brasil con la agroecología. La Etnobiología está relacionada con la agroecología, mantiene el diálogo de saberes y de conocimientos transdisciplinarias de los pueblos tradicionales mexicanos y brasileños y co-evolucionando en la construcción de una agricultura sostenible que respete la diversidad biocultural y la Madre Tierra.

PALABRAS CLAVE: Conocimiento y Pueblos Tradicionales, Dialogo de Saberes, Etnoagronomía, Etnoagroforestería, Epistemología.

TRANSDISCIPLINARY INTERACTIONS OF ETHNOBIOLOGY AND AGROECOLOGY IN MEXICO AND BRASIL

ABSTRACT: Brazil and Mexico are countries where biological and cultural diversities converge, giving rise to a relevant biocultural richness. The objective of this work is to analyze the transdisciplinary interactions between Ethnobiology and Agroecology in Brazil and

Mexico. For this, the topics of the XI Mexican Congress of Ethnobiology and of the XI Brazilian Symposium of Ethnobiology and Ethnoecology were analyzed. The main common themes of the two events were agrobiodiversity, agroecology and family gardens. Particularly in Mexico, transdisciplinary interactions are more strongly related to agroforestry systems and in Brazil to agroecology. Ethnobiology is related to agroecology, maintains the dialogue of knowledge and transdisciplinary knowledge of traditional Mexican and Brazilian peoples and co-evolves in the construction of sustainable agriculture that respects biocultural diversity and Mother Earth.

KEYWORDS: Knowledge and Traditional Peoples, Dialogue of Knowledge, Ethnoagronomy, Ethnoagroforestry, Epistemology.

1 | INTRODUCCIÓN

Brasil y México son considerados mundialmente como países mega diversos, de gran interés biológico y etnográfico, ya que además de la gran riqueza biológica cuentan con un diverso conocimiento tradicional en sus distintas regiones geográficas (OLIVEIRA, 2009; GUZMÁN, 2014). Según el último autor, se propone que la Etnobiología es una disciplina que debiera ser materia obligatoria en todas las universidades en donde se imparten las ciencias biológicas y las humanidades.

La Etnobiología se concibe en términos generales como un campo de conocimiento orientado al estudio de los sistemas tradicionales de saberes ambientales y está conformado por múltiples disciplinas o etnociencias. Este campo de conocimiento, de carácter inter y transdisciplinario, tiene su origen a principios del siglo XX gracias a la convergencia de la biología y la antropología, pero es en décadas recientes que ha mostrado un gran auge y consolidación. La investigación etnobotánica creció visiblemente en la última década en muchas partes de lo mundo, en especial en al América Latina y, particularmente, en países como México, Colombia y Brasil (HAMILTON et al. 2003).

En México se ha gestado, en los últimos 30 años, un enorme conjunto de iniciativas locales y regionales inspiradas en el paradigma de la sustentabilidad, en su mayoría en regiones indígenas y campesinas del país (VILLAMAR, 2013). Los conocimientos y las prácticas utilizadas por los indígenas y campesinos de Mesoamérica, los Andes y el trópico húmedo constituyen las raíces de la Agroecología en América Latina (ALTIERI, 2015). La búsqueda de alternativas agrícolas para comunidades campesinas de Brasil y México, es una actividad con antecedentes que se remontan al momento de imposición del modelo de la Revolución Verde (CRUZ-LEÓN et al., 2015; COSTA et al. 2015).

En México, la agroecología, se inicia en los años 70 del siglo pasado, donde agrónomos y ecologistas investigan, sistematizan y documentan la evidencia científica de los beneficios agro-ecológicos que implican muchas de las prácticas tradicionales (ASTIER et al., 2015). Gliessman y su grupo en México, inspirados por el trabajo de Hernández-X reconocieron que esta información empírica basada en la observación y en la práctica y con fuerte arraigo cultural, constituía una fuente de conocimiento para conceptualizar y aplicar

la Agroecología (ALTIERI, 2015).

En Brasil, en la segunda mitad de la década de 70 fuera organizado los primeros eventos sobre agricultura alternativa, promovidos por las entidades profesionales y de los estudiantes de la agronomía (COSTA et al. 2015). Con la evolución y lo profundamente de las reflexiones sobre los patrones y modelos agrícolas brasileños, la crítica socio ambiental fue ampliada ganando la agroecología su espacio.

Es en esa década de los 90s que Sevilla-Guzmán y su grupo desarrollan el cuerpo teórico de la sociología agroecológica para un nuevo estilo de desarrollo agrícola y rural y esta perspectiva más sociocultural es también reforzada por las contribuciones etnoecologicas de Victor Toledo, de la UNAM en México (ALTIERI, 2015). En esa década, el movimiento agroecológico brasileño avanza expresivamente en acción y organización, ganando espacio entre los movimientos sociales, organizaciones no-gubernamentales (ONG), instituciones de educación superior (IES) y de investigación como en agencias de asistencia técnica y extensión rural (COSTA et al., 2015).

La etnobiología y agroecología son consideradas como áreas de lo conocimiento transdisciplinarias, siendo ¿cómo se da las interacciones entre ellas durante los congreso e simposio de etnobiología en México e Brasil? ¿Cuál son los temas transversales comunes entre los eventos de etnobiología? Ante estas preguntas, el objetivo de este trabajo es analizar las interacciones transdisciplinarias entre la Etnobiología y la Agroecología en Brasil y México, a partir de las publicaciones en lo congreso y simposio sobre Etnobiología.

2 | METODOLOGÍA

Para lograr el objetivo planteado, se partirá del análisis de los trabajos de investigación publicados en lo “XI Congreso Mexicano de Etnobiología”, que ocurrió en la Universidad Nacional Autónoma de México en 2018 y el XI Simposio Brasileño de Etnobiología y Etnoecología en 2016. Se analizaron los temas centrales de las conferencias y mesas magistrales y de los simposios y ponencias orales libres se analizaron los temas de cada trabajo presentado. Para desarrollar la base de datos, se utilizó el Software de Excel ®.

Se elaboró una hoja de cálculo que contenía tres columnas. Una con el tema de cada trabajo analizado; otra con el tipo de actividad (conferencia, mesa, simposio, conversatorio) y una tercera con la cantidad de veces que el tema se repitió. El criterio para la selección de los temas a partir de los títulos de los trabajos fue relacionado con conceptos y temas desarrollados por la Agroecología.

3 | RESULTADOS Y DISCUSIONES

El XI Congreso Mexicano de Etnobiología De los 547 títulos de los trabajos analizados en lo Congreso Mexicano de Etnobiología, 266 presentaron algún tema relacionado directamente con la agroecología, en un total de 49 temas transversales. El tema que más

tuvo trabajos inscritos fue el “conocimiento tradicional”, con casi 40 trabajos; “conservación de la biodiversidad” con 12 trabajos, “huertos familiares”, “manejo” y “sistema agroforestal” se destacaron con 9 trabajos. Aún se resaltan trabajos sobre la “diversidad de especies vegetales”, “meliponicultura”, “sostenibilidad”, “comerciabilidad” y “mercados tradicionales”. En un segundo grupo de trabajos, los temas relacionados fueron “agro biodiversidad”, “agroecología”, “agroecosistema”, “diálogo de saberes”, “mujeres”, “producción de café”, y “productos forestales”, con 4 a 6 trabajos. Un tercer grupo de temas fueron “clasificación de tierra”, “ecoturismo”, “etnoagroforestería”, “etnoagronomía”, “reservas forestales” y “sistema agroalimentario”, con 3 trabajos cada tema.

En el XI Congreso Mexicano de Etnobiología se ofrecieron 31 simposios. Entre ellos 4 se relacionan directamente con la Agroecología. Fueron ellos: simposio sobre la “conservación de la cultura y la biodiversidad”, con nueve trabajos inscritos; sobre “etnopedología” con 12 trabajos; “etnoagronomía y etnoveterinaria” con 13 trabajos y un simposio sobre “sistemas agroforestales” con 12 trabajos.

Además de los simposios, en el Congreso se presentaron trabajos en 14 “ponencias orales libres”. Las ponencias que más se relacionan directamente con la agroecología fueron: dos ponencias sobre “etnoagroforestería”, con 24 trabajos; uno sobre “etnoagronomía”, con 14 trabajos; y “mercado”, 7 trabajos inscritos. Además de un 7 conversatorio, siendo 4 de ellos relacionados con la agroecología, entre ellos se destaca nuevamente “sistemas agroforestales”. Los temas de los trabajos presentados fueron desde los sistemas alternativos de producción como los sistemas agroforestales, la preparación del suelo, pasando por las semillas, producción hasta la comercialización.

3.1 El XI Simposio Brasileño de Etnobiología

Ya en lo Simposio Brasileño de Etnobiología, de 19 conferencias, 3 fueran sobre agroecología, sistema agrícola y agro biodiversidad. De 11 mesas, 4 fueran sobre semillas criollas, agro biodiversidad, agroecología y plantas alternativas. Fueran realizadas 11 secciones con presentaciones de trabajos sencillos y extendidos. Una sección fue sobre agroecología con 30 trabajos presentados.

De los 250 trabajos presentados en lo Simposio brasileño, 22 temas ten una relación directa con la agroecología, con 23 trabajos de “plantas medicinales”; 11 “plantas alimentarias no convencionales”; 10 “semillas criollas”; 8 “agroecología y agro biodiversidad”; 6 sobre huertos agroforestales”; y 5 sobre “ferias agroecológicas”. Durante el Simposio, se registró un “I festival de semillas criollas de Bahía”, en conjunto con el “Núcleo de Estudios en Agroecología de lo Instituto Federal Baiano” y de los movimientos sociales de Bahía y demás entidades para discutieren la diversidad, la conservación y la salvaguarda de los recursos genéticos locales, un patrimonio biocultural de importancia para la soberanía alimentaria de los pueblos de la ciudad y de lo campo.

3.2 Las interacciones y los diálogos de saberes y conocimientos

A partir de estos resultados, se observa la interacción transdisciplinaria de los estudios etnobiológicos con la agroecología en Brasil y México. Los principales temas transversales comunes de los dos eventos fueran la “agro biodiversidad”, la “agroecología” y los “huertos familiares”. En particular en México las interacciones transdisciplinarias están más fuertemente relacionadas con los “sistemas agroforestales”, y en Brasil con la “agroecología”. La Etnobiología ha contribuido a la investigación de trabajos relacionados con la agricultura tradicional en México.

Según Astier (2015) los trabajos seminales publicados por múltiples autores, que dan cuenta de la preocupación que existía en aquel momento por las previsible consecuencias que tendría el modelo agroindustrial, al tiempo que muestran un reconocimiento explícito hacia los saberes locales sobre diversos aspectos botánicos, entomológicos y agrícolas. La agroecología en México nace a partir de la contribución de varias áreas del conocimiento como la antropología, la ecología, la etnobotánica y la etnobiología principalmente. Desde 1977, varios autores documentaron los sistemas de manejo y domesticación de las especies presentes en los agroecosistemas campesinos e indígenas a lo largo del país (ASTIER, 2015).

Durante el Congreso en México, se destacaron los trabajos de “sistemas agroforestales” y la “etnoagroforestería”, donde se recogen varios de los sistemas agroforestales tradicionales practicados hoy en día en el país desde un enfoque biocultural. El estudio de los SAFT ha sido abordado previamente por diversas disciplinas, disciplinas híbridas y enfoques interdisciplinarios entre las que destacan: la agroforestería, la agroecología, la botánica, la silvicultura, la ecología, la etnobotánica, la etnobiología, la etnopedología, la antropología y la sociología rural y la geografía cultural (MORENO-CALLES ET al., 2014).

En Brasil, el Simposio de Etnobiología, destaca la “agroecología”, donde fueran presentados treinta trabajos en una sección. La agroecología es una ciencia integradora que reconoce y se nutre de los saberes, conocimientos y experiencias de los agricultores, de los pueblos indígenas, de los pueblos de los bosques, de los pescadores(as) y de las comunidades ‘quilombolas’ que interactúa y se articula con los conocimientos y saberes relativos a las diferentes disciplinas y las distintas ciencias (CAPORAL et al., 2006). Los estudios etnobiológicos de Brasil presentaron producción de un conocimiento en consonancia con las preocupaciones conservacionistas y que promovían un desarrollo sostenible de las poblaciones que interactúa con la biodiversidad brasileña.

Los trabajos presentados en lo “XI Congreso Mexicano de Etnobiología” y en lo “XI Simposio Brasileño de Etnobiología”, ellos son influenciados por los grandes temas de tiempo actual y del contexto mexicano y brasileño, así como del propio desarrollo y reflexiones de las ciencias y saberes relacionados a la agroecología y la agroforestería.

La Etnobiología es una disciplina esencialmente interdisciplinaria, de modo que, de punto de vista científico, para establecer contacto con un dado pueblo y entender sus percepciones, es necesario conocer también técnicas básicas usadas por las ciencias sociales (ROCHA-COELHO, 2009).

Los temas transversales relacionados con la agroecología presentados en los eventos de etnobiología en Brasil y México, “agroecología y sistemas agroforestales”, demuestran que la etnobiología está más allá de un área del conocimiento aislada, fragmentada de las demás. Esta intercomunicación de la etnobiología con la agroecología resulta en una “aglomeración de mentalidades, de ideas, de conocimientos y de diálogo de saberes que contribuyen a la comprensión del ser humano y de sus relaciones e interrelaciones con todo” (MENEZES; SANTOS, 2001).

En este contexto, los trabajos presentados durante lo Congreso y Simposio contribuyeron para que la investigación transdisciplinaria etnobiológica fuera concebida como un espacio esencialmente de diálogo y reflexión entre las áreas del conocimiento y el conocimiento tradicional, en un diálogo de saberes y sabores.

Estas interacciones trascienden los trabajos científicos, una vez que en ambos los eventos de Etnobiología, fue organizado un “Festival de Semillas Criollas” y una “Feria de Productores y Artesanos”. Así, durante el congreso y el simposio los agricultores familiares, campesinos, indígenas y artesanos exhibieron sus trabajos, sus semillas; además fue posible lo dialogo de saberes y de conocimiento entre la academia y los campesinos. Se presentaron experiencias y reflexión sobre los estudios del aprovechamiento de los recursos naturales y productivos que se han realizado desde las perspectivas de los saberes tradicionales y su campo de estudio y sentar las bases para la construcción de un desarrollo alternativo.

4 | CONSIDERACIONES FINALES

Las interacciones entre la etnobiología y agroecología presentados en el XI Congreso mexicano de Etnobiología y XI Simposio Brasileño de Etnobiología se dan por medio de temas transversales como la “agroecología y sistemas agroforestales”. La cantidad de trabajos presentados en relacionados con la agroecología muestra que estas áreas del conocimiento están co-relacionadas, mantiene el diálogo de saberes y de conocimientos de los pueblos tradicionales y co-evolucionando en la construcción de una agricultura sostenible que respete la diversidad biocultural y la Madre Tierra.

En este contexto, la etnobiología y la agroecología son importantes áreas de lo conocimiento y contribuyen para dar visibilidad y voces a los pueblos originarios y campesinos en México y Brasil. Sin embargo, ha necesidad de profundizar lo dialogo entre las dos áreas de lo conocimiento para avanzar en la construcción de saberes y conocimientos más sólidos que posan contribuir para lo fortalecimiento de estas ciencias.

AGRADECIMENTOS

El presente trabajo fue realizado con apoyo del CNPq (Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico – Brasil) y la Universidad Nacional Autónoma de México -Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Morelia. Proyectos CONACYT 293348 y DGAPA PAPIIT IN200417 y el DGAPA PAPIIME PE209517.

REFERENCIAS

ALTIERI, M. **Historia de la Agroecología en América Latina y España**. Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología. Berkeley, California. 2017. 114p.

CAPORAL, FR; COSTABEBER, JA; PAULUS, G. **Agroecologia: matriz disciplinar ou novo paradigma para o desenvolvimento rural sustentável**. 2006. Disponível em: <http://www.agroeco.org/socla/archivospdf/Agroecologia%20%20Novo%20Paradigma%2002052006-Itima%20Verso1.pdf>. Acesso em 29 jun 2018

COSTA, MB; SOUZA, M; MÜLLER JÚNIOR, V; COMIN, JJ; LOVATO, PE. Agroecologia no Brasil – 1970 a 2015. In: ALTIERI, MA (Editor) **Historia de la Agroecología en América Latina y España**. Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología. Berkeley, California, 2015. 114p.

CRUZ-LEÓN, A; CERVANTES-HERRERA, J, RAMÍREZ; GARCÍA, AG; SÁNCHEZ GARCÍA, P; DAMÍAN HUATO, MÁ; RAMÍREZ-VALVERDE, B. **La etnoagronomía en la construcción de propuestas de desarrollo rural para comunidades campesinas**. Ra Ximhai, 11:5, p. 184-194, 2015.

GUZMÁN, L. La Etnobiología en México una disciplina incompleta. **Ciencias** 111- 112, p.70-78, 2014.

HAMILTON, AC; SHENGJI, P; KESSY, J; KHAN, AA; LAGOS-WITT, E S; SHINWARI, ZK. **The purposes and teaching of Applied Ethnobotany**. 2003. (Godalming, People and Plants working paper. 11. WWF).

MENEZES, ET, SANTOS, TH. **Verbetes transdisciplinaridade**. Dicionário Interativo da Educação Brasileira - Educabrazil. São Paulo: Midiamix, 2001. Disponível em: <http://www.educabrazil.com.br/transdisciplinaridade/>. Acesso em: 30 jun 2018.

MORENO-CALLES, AI. La Etnoagroforestería: el estudio de los sistemas Agroforestales tradicionales de México. **Etnobiología**. v. 12, n.3, p.1-16, 2014.

OLIVEIRA, FC; ALBUQUERQUE, UP; FONSECA-KRUEL, VS; HANAZAKI, N. Avanços nas pesquisas etnobotânicas no Brasil. **Acta bot. bras.** v. 23, n. 2, p.590- 605, 2009.

ROCHA-COELHO, FB. **O uso das plantas no cotidiano da comunidade quilombola Kalunga do Mimoso – Tocantins: um estudo Etnobotânico**. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente) - Universidade Federal do Tocantins, Tocantins. 2009.

VILLAMAR, AA. (¿) La asociación etnobiológica mexicana y su vigésimo aniversario. **Etnobiología**. v. 11, n.1, p.1-7, 2013.

CAPÍTULO 7

ANÁLISE ESTRATÉGICA SOBRE O DESCARTE DE RESÍDUOS EM AMBIENTE UNIVERSITÁRIO NO MUNICÍPIO DE SÃO MATEUS (ES)

Data de aceite: 01/07/2021

Data de submissão: 21/05/2021

Emanuelle Cata Preta Nunes

Estudante da Pós-graduação em Gestão Ambiental no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, *Campus Nova Venécia* (ES). Mestra em Agricultura Tropical – UFES
<http://lattes.cnpq.br/0657530860638935>

Cássio Furtado Lima

Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, *Campus Ananindeua* (PA). Mestre em Ciência Florestal – UFV
<http://lattes.cnpq.br/4218769196783818>

Rogério Danieletto Teixeira

Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, *Campus Nova Venécia* (ES). Mestre em Energia
<http://lattes.cnpq.br/9949772398048843>

Fernanda de Oliveira Araújo

Doutoranda em Bioquímica Aplicada na Universidade Federal de Viçosa, *Campus Viçosa* (MG). Laboratório de Química e Bioquímica de Produtos Naturais
<http://lattes.cnpq.br/8976026918721325>

Leonne Bruno Domingues Alves

Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, *Campus Castanhal* (PA). Mestre em Sociologia e Antropologia
<http://lattes.cnpq.br/6720732824712645>

Michel Keisuke Sato

Professor do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Pará, *Campus Óbidos* (PA). Doutor em Agronomia – UFRA
<http://lattes.cnpq.br/0433455569240253>

Bruna Naiara Rocha Garcia

Professora do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Pará, *Campus Óbidos* (PA). Mestre em Ciências Florestais – UFRA
<http://lattes.cnpq.br/3036462340135600>

Angleson Figueira Marinho

Professor do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Pará, *Campus Bragança* (PA). Me. em Ciência e Tecnologia de Alimentos–UFRRJ
<http://lattes.cnpq.br/6400865872977823>

Nayara Kelly Feitosa Ferreira

Professor do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Pará, *Campus Óbidos* (PA). Mestra em Agronomia – UFRA
<http://lattes.cnpq.br/1529510379174662>

Érica Bandeira Maués de Azevedo

Professora do Instituto Federal de Educação Ciências e Tecnologia do Pará, *Campus Óbidos* (PA). Mestra em Ciência Animal - UFPA
<http://lattes.cnpq.br/6616111248541631>

Fernando de Freitas Maués de Azevedo

Professor da Faculdade Faci Wyden, *Campus Batista Campos* (PA). Doutorando de Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia pela Universidade Federal do Pará
<http://lattes.cnpq.br/4388224847475170>

RESUMO: Atualmente cerca de 80 mil toneladas de resíduos sólidos urbanos (RSU) são descartadas de forma inadequada no Brasil, correspondendo a mais de 40% do lixo coletado. Mediante a esse panorama a preocupação com as questões ambientais vem aumentando de forma significativas. A produção de resíduos e o seu descarte inadequado constitui um problema social que, além de causar transtornos e doenças às pessoas, também afeta o meio ambiente, causando impactos no ecossistema, como poluição do solo e da água. Diante de todo esse panorama que permeia a discussão sobre a problemática dos resíduos sólidos, estudos que mostram as estratégias adotadas pelas instituições para o descarte seguro e correto, diminuindo os custos e mitigando impactos ambientais, são de grande valor na atualidade. O presente trabalho tem o intuito de investigar o descarte de resíduos, verificando a sustentabilidade no processo e a eficácia da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), em uma universidade no norte do estado do Espírito Santo, no município de São Mateus, ES. A metodologia utilizada foi baseada em observações dos usuários (estudantes, servidores e visitantes), visitas técnicas aos locais de descarte de resíduos, registros fotográficos e caracterização dos usuários do ambiente universitários. Através dos dados obtidos, gerou-se uma matriz SWOT, apontando pontos fracos, fortes, ameaças e oportunidades na gestão do descarte dos resíduos sólidos produzidos no ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: Coleta seletiva; Material reciclável; Matriz S.W.O.T.

STRATEGIC ANALYSIS ON THE DISPOSAL OF WASTE IN A UNIVERSITY ENVIRONMENT IN THE MUNICIPALITY OF SÃO MATEUS (ES)

ABSTRACT: Currently about 80 thousand tons of municipal solid wastes (MSW) are improperly thrown away in Brazil, that corresponds to over 40% of all trash collected. In this context, the concern about environmental issues has increased significantly. The wastes production and its improper disposal is a social problem that might cause turmoil and illnesses to people. Besides, those wastes can strongly affect the environment and the ecosystem, as causing soil and water pollution. In front of all those discussions about the turmoil caused by solid wastes, studies that present strategies for the proper and secure waste disposal utilized by institutions, which can decrease the costs and environment impacts, has a huge value nowadays. Thus, this project aim to investigate How the MSW is disposed, analyzing the process sustainability and the PNRS efficiency. This experiment will be carried out on the University located on the north of the Espírito Santo state, in São Mateus. The methodology used was based on analyzes and technical visits to waste disposal sites, photographic records and characterization of users of the university environment. Through the obtained data, a SWOT matrix was generated, poiting out weaknesses, strengths, threats and opportunities in the management of the disposal of solid waste produced in the environment.

KEYWORDS: Selective collect; Recycle materials: SWOT matrix.

1 | INTRODUÇÃO

Segundo a Organização das Nações Unidas (2015), cerca de 80 mil toneladas de resíduos sólidos urbanos (RSU) são descartadas de forma inadequada no Brasil, correspondendo a mais de 40% do lixo coletado. Mediante a esse panorama a preocupação com as questões ambientais vem aumentando de forma significativas, principalmente discutindo-se a respeito de problemáticas envolvendo sustentabilidade, meio ambiente, ecologia, entre outros temas, em vários ambientes da sociedade, em especial escolas e universidades.

Observa-se a necessidade de propostas voltadas para a preservação do meio ambiente, uso sustentável dos recursos naturais e principalmente na redução e destinação correta dos resíduos sólidos, garantindo que sejam descartados de forma adequada sem causar possíveis riscos ao meio ambiente. Entretanto, nem todas as pessoas, de modo geral, tem conhecimento acerca do descarte adequado de resíduos, envolvendo, por exemplo, a logística reversa, reciclagem e reutilização de materiais que poderiam ser reaproveitados garantindo um maior tempo de permanência na cadeia produtiva.

As instituições de ensino, em especial as universidades/faculdades, possuem um papel fundamental na difusão do conhecimento, incluindo a comunidade extra acadêmica, contribuindo para a conscientização das pessoas, discutindo por exemplo a necessidade de implantar ou melhorar programas e ações para minimizar impactos ao meio ambiente. Tais programas e ações podem ter caráter simples, desde uma simples mudança de atitude referente a algum hábito cotidiano, ou até ações mais expressivas, como uma mobilização para coleta seletiva e descarte de resíduos, envolvendo a comunidade como um todo.

Muitas vezes pela ausência da coleta seletiva os RSU são despejados a céu aberto, nos chamados “lixões”, sendo essa prática muito comum no Brasil e em países subdesenvolvidos causando mais danos ao meio ambiente (JACOBI; BESEN, 2011). Atualmente, a geração per capita de resíduos no Brasil chega a valores consideravelmente elevadas, atingindo valores de aproximadamente 1,04 kg/habitante/dia (ABRELPE, 2014).

O impacto ambiental gerado pelo descarte inapropriado de resíduos, geralmente consiste em contaminação do solo por choroume, podendo atingir o lençol freático e cursos de água, e supressão da vegetação. Antes da gestão de resíduos sólidos brasileira ser baseada na Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal 12.305 de agosto de 2010), a Portaria 53/1979, do Ministério do Interior, já proibia esse tipo de disposição final (MILARÉ, 2014).

As instituições de ensino superior passaram a introduzir a temática ambiental em seus esquemas de gestão a partir dos anos sessenta. As primeiras experiências surgiram nos Estados Unidos, simultaneamente com as promoções de profissionais nas ciências ambientais (JULIATTO; CALVO; CARDOSO, 2011). Segundo Ferreira et al (2011), a geração de resíduos tende a crescer nas universidades com a oferta de novas vagas e

cursos, e para que esses resíduos não venham a contaminar o meio ambiente e aumentar a quantidade de vetores, é necessária a adoção de um sistema de gestão adequada para esses resíduos.

Segundo Rivetti et al (2012), a realização de uma análise sobre a gestão de resíduos e da adequação ambiental nas instituições de ensino superior é de suma importância, tendo em vista as intensas atividades de pesquisa, ensino e extensão realizadas nesses centros, tendo ainda como prerrogativa a responsabilidade das universidades em prezar por um local de estudo e trabalho saudáveis, norteando boas ações junto à sociedade. Nesse contexto, Silva (2013) relata que as principais dificuldades para a gestão ambiental eficiente em universidades são a rigidez acadêmica, falta de recursos financeiros, desconhecimento da legislação, entre outros. Essas dificuldades influenciam negativamente da gestão dos resíduos produzidos nas instituições de ensino superior. Nesse contexto, observa-se que as pessoas, de um modo geral, são conscientes da necessidade da segregação adequada dos resíduos sólidos, porém não são sensibilizadas a fazê-la de forma adequada, o que compromete a eficácia da gestão dos resíduos sólidos.

Diante de todo esse panorama que permeia a discussão sobre a problemática dos resíduos sólidos, estudos que mostram as estratégias adotadas pelas instituições para o descarte seguro e correto, diminuindo os custos e mitigando impactos ambientais, são de grande valor na atualidade.

2 | OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem o intuito de investigar o descarte de resíduos, verificando a sustentabilidade no processo e a eficácia da PNRS, em uma universidade no norte do estado do Espírito Santo.

2.2 Objetivos Específicos

Através do estudo de caso ocorreu uma abordagem investigativa com ênfase nos seguintes pontos:

- Determinar o método de descarte de resíduos, sugerindo possíveis melhorias no processo;
- Analisar a presença e o tipo de coletores de resíduos e o perfil do usuário;
- Construir uma matriz S.W.O.T. com todos os pontos discutidos, a fim de mostrar de modo eficiente o perfil e as ações que devem ser tomadas, frente a gestão eficiente de resíduos sólidos.

3 I METODOLOGIA

O município de São Mateus pertence ao Território Norte – ES e está localizado na Microrregião Extremo Nordeste do Espírito Santo, sendo a segunda maior extensão territorial do estado, com 2.343 km² (PROATER, 2011). O município possui 109.028 habitantes e uma população estimada em 126.437 para o ano de 2016 (IBGE, 2017). A cidade possui atividades econômicas diversificadas, se baseando principalmente no comércio e na produção petrolífera, apresentando também atividades agropecuárias, de silvicultura, extração vegetal e pesca (PROATER, 2017).

Segundo Ferri *et al.* (2013), o município é composto de 39 bairros geradores de resíduos sólidos urbanos e conta com sete pequenos centros de armazenamento e triagem (cooperativas) que são gerenciados por catadores independentes de material reciclado, nos bairros: Universitário, Guriri, Bonsucesso, Ayrton Senna e bairro Vitória, conforme a Figura 01.

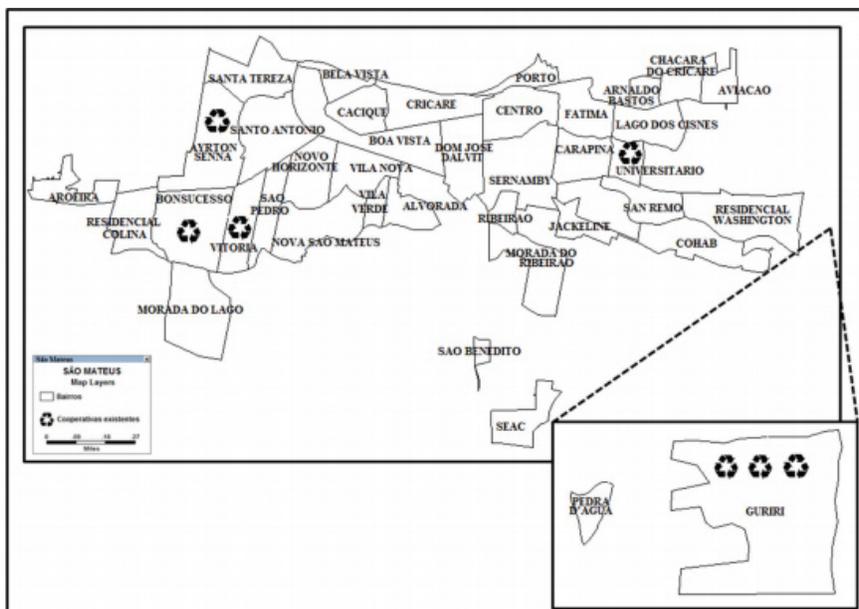


FIGURA 01: Mapa dos bairros geradores de resíduos sólidos urbanos no município de São Mateus, ES.

Fonte: Ferri *et al.* (2013).

O trabalho foi realizado em uma instituição de ensino superior, localizada no município de São Mateus às margens da Rodovia BR101, no bairro Litorâneo (Figura 02). Através de uma análise técnica com observação *in loco*, observou-se que o bairro Litorâneo, por estar localizado às margens de uma rodovia, possui empresas e vários estabelecimentos comerciais como mercearias, lanchonetes, bares, lojas de vestuário,

entre outros; seus moradores, em sua grande maioria, são pessoas que trabalham no centro da cidade de São Mateus, utilizando transporte público coletivo como principal meio de locomoção. O público-alvo do estudo foram estudantes de graduação e pós-graduação, servidores, prestadores de serviços e visitantes. A abordagem da pesquisa realizada foi do tipo exploratória, descritiva e bibliográfica. As observações foram realizadas nas áreas da instituição de ensino, com a observação do comportamento das pessoas ao descartarem os resíduos produzidos no ambiente universitário.



FIGURA 02: Área de estudo, localizada no bairro Litorâneo, às margens da BR 101, no município de São Mateus, ES.

Fonte: Google Earth, 2016.

O município é considerado referência para economia da região, o universo acadêmico é composto funcionando nos três turnos, onde é possível observar o funcionamento de seus serviços de forma integral, oferecendo aos estudantes ampla área com salas de aulas, laboratórios, biblioteca, cantina, restaurante universitário, banheiros, secretarias e estacionamento. Essas áreas foram visitadas e investigadas por meio de observação e registro fotográfico dos locais destinados à coleta dos resíduos, por se tratarem de áreas de livre acesso e apresentarem circulação intensa de estudantes, servidores e visitantes constantemente.

3.1 Análise de Dados

Inicialmente foi realizada a caracterização dos usuários dos pontos de coleta de resíduos sólidos segundo uma linha de pesquisa investigativa proposta por Lima (2015) e Silva *et al.* (2017), tratando do levantamento de toda a bibliografia já publicada, em forma de

livro, revistas, publicações avulsas e imprensa. Ocorreu, ainda, uma análise técnica através da observação *in loco*, em dias e horários aleatórios para verificar se o comportamento pesquisado no referencial teórico se caracterizava na prática.

A abordagem investigativa do presente trabalho foi o estudo de caso realizado entre os meses de agosto a dezembro de 2016, no período letivo da comunidade estudantil, afim de averiguar o grau de utilização dos coletores. A visita *in loco* tinha como principal objetivo registrar as atividades de: Comportamento dos usuários dos coletores de resíduos; formas de deposição dos resíduos sólidos; recuperação dos resíduos (reuso e reciclagem) registros fotográficos; presença e comportamento de catadores; enquadramento a legislação; presença ou ausência de animais. Os locais que se sucederam a coleta dos dados foram:

- Salas de aulas;
- Laboratórios;
- Biblioteca;
- Cantina;
- Restaurante Universitário;
- Banheiros;
- Secretarias;
- Estacionamento;
- Corredores;
- Áreas de comum acesso, a céu aberto.

Os dados foram interpolados em modelo de matriz SWOT. Segundo Carvalho *et al.* (2014), essa é uma importante ferramenta da gestão estratégica, onde as informações sobre o fenômeno analisado se encontram transversalizadas, para que se tenha um melhor diagnóstico, visando um panorama futuro. A sua função primordial é possibilitar a escolha de uma estratégia adequada, a partir de uma avaliação crítica dos ambientes interno e externo da empresa (MOREIRA, *et al.*, 2016).

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Análise do Perfil dos Usuários

Através das observações *in loco*, realizadas no ambiente universitário, observou-se que grande parte dos usuários observados não realiza o descarte de resíduos sólidos de forma adequada, conforme a resolução CONAMA nº 275/2001, respeitando as cores e identificações dos coletores. Outro ponto observado, principalmente na área do restaurante universitário, foi a sensibilização dos usuários ao descartarem os resíduos corretamente nos coletores, fato esse que pode ser explicado pela presença de cartazes e adesivos

nas mesas, informando aos usuários sobre a destinação correta dos resíduos, visto que nesse ambiente possuem inúmeros coletores para descarte de resíduos secos e orgânicos, recipientes exclusivos para talheres usados e pia para lavagem de canecas. Dessa forma, o usuário, assim que chega ao restaurante universitário para realizar suas refeições, é sensibilizado a agir corretamente no ambiente, segregando seus resíduos.

Já nos ambientes que não possuíam coletores com as identificações adequadas para o descarte, segundo a resolução CONAMA nº 275/2001, os usuários não realizavam o descarte adequado dos resíduos, fato esse que pode ser explicado pela ausência do apelo informativo, que auxilia no processo de sensibilização ambiental por parte dos usuários. Nesse contexto, De Conto (2010), relata que o entorno influencia nas atitudes humanas, existe a convivência na não-segregação dos resíduos, onde as pessoas não serão censuradas por não fazê-lo. Dessa forma, observou-se que as pessoas que visitam a universidade, tendem a agir como os estudantes, servidores e prestadores de serviço, fato que reforça a necessidade de um número maior de coletores para o descarte adequado de resíduos e anúncios, informando a importância da coleta seletiva, sensibilizando as pessoas a praticá-la.

Outro fator importante é o grau de conhecimento dos usuários acerca da legislação que rege o tratamento dos resíduos sólidos no Brasil. Nesse contexto, Moreira et al (2014) aponta em seu estudo que a maioria das pessoas (92% dos entrevistados) desconhecem a lei sobre o assunto ou sabem que ela existe, mas não foram capazes de discorrer a respeito dela. Isso reforça a necessidade de informação das pessoas acerca da PNRS, sensibilizando-as ao descarte adequado dos resíduos que elas produzem.

4.2 Registros Fotográficos dos Coletores de Resíduos Sólidos

O apoio de registros fotográficos para averiguar o tipo de coletor, grau de deterioração do material e possível subutilização é importantíssimo para o planejamento da coleta de resíduos e a tomada de decisão frente à problemática.

Observou-se através das visitas in loco e dos registros fotográficos que a grande maioria dos ambientes da universidade possui lixeiras específicas para o descarte seletivo de resíduos sólidos, conforme a resolução do CONAMA nº 275/2001, o qual dispõe sobre o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a identificação de coletores e transportadores, bem como as campanhas informativas para a coleta seletiva. Dessa forma, as lixeiras encontradas para descarte de resíduos, quando presentes nas áreas de livre acesso, seguem o padrão de cores para segregação de resíduos, onde são classificadas pela cor da seguinte maneira:

- AZUL: é destinada para papel/papelão;
- VERMELHO: para plástico;
- VERDE: para vidro;

- AMARELO: para metal;
- PRETO: para madeira;
- LARANJA: para resíduos perigosos;
- BRANCO: para resíduos ambulatoriais e de saúde;
- ROXO: para radioativos;
- MARROM: para resíduos orgânicos;
- CINZA: para resíduos gerais não recicláveis, ou misturados, ou contaminados (não passível de separação).

A Figura 03 registra as lixeiras para descarte de papéis, plásticos, vidros e metais, nas proximidades da biblioteca e da secretaria de graduação.



FIGURA 03: Coletores de resíduos sólidos. Siglas: “a” - Coletores destinados à segregação de resíduos na secretaria de graduação; “b” – coletores destinados à segregação de resíduos na área do auditório principal.

Fonte: Autores.

Nas áreas próximas à biblioteca e na secretaria da graduação, verificou-se a presença de coletores para a coleta seletiva, conforme mostrado na Figura 04. Os coletores para a coleta de resíduos plásticos, papéis, vidros e metais são feitos de material plástico, o que facilita a limpeza e dispostos de forma acessível aos usuários, o que facilita o descarte adequado e contribui para a sensibilização das pessoas acerca da coleta seletiva.

Nas áreas próximas às salas de aula do prédio do Departamento de Ciências Agrárias e Biológicas (DCAB), não foi verificada a presença de coletores para a coleta seletiva de resíduos, conforme as Figura 04.



FIGURA 04: Coletores de resíduos sólidos sem identificações do Departamento de Ciências Agrárias e Biológicas (DCAB). Siglas: “a” – Coletor azul para papeis utilizado de modo equivocado “b” – coletor sem identificação do tipo sem tampa.

Fonte: Autores.

Nos coletores de resíduos identificados na Figura 04, foi diagnosticada a presença de resíduos variados em seus interiores. Observou-se a presença de coletor do tipo aberto, o que caracteriza um ponto negativo para a coleta de resíduos, pois esse tipo de coletor pode sofrer o ataque de animais, como pássaros e cachorros, que foram observados nas análises técnicas durante o estudo. Essa ausência de lixeiras está em desacordo com a Resolução 275 (CONAMA, 2001), onde em seu artigo 14 relata a obrigatoriedade da segregação dos resíduos na fonte e no momento de geração, de acordo com suas características. Com isso, a ausência de coletores para coleta seletiva acaba levando ao descarte inadequado, com a não-segregação dos resíduos, que são tratados como não-passíveis de reciclagem, por estarem misturados ao demais.

Nos prédios da pós-graduação, não foram encontrados coletores para o descarte seletivo de resíduos, apenas coletores sem identificações e para segregação de material seco (Figura 04), sendo possível observar em seus interiores resíduos orgânicos, como restos de alimentos, frutas e outros materiais passíveis de reciclagem como latinhas de refrigerante (alumínio) e papéis.



FIGURA 05: Coletores de resíduos sólidos prédios da pós-graduação. Siglas: “a” – Coletor de resíduos secos “b” – coletor sem identificação do tipo sem tampa.

Fonte: Autores.

Os coletores da Figura 05 estavam fechadas, porém foi possível observar seu interior, em desacordo com sua identificação externa, apresentando resíduos diversos em seu interior, fato que onera o descarte adequado do resíduo, prejudicando a coleta seletiva no ambiente universitário.

Nas dependências do restaurante universitário coletores sem as devidas identificações, na entrada do prédio, conforme a Figura 06.



FIGURA 06: Coletores de resíduos sólidos no restaurante universitário. Siglas: “a” – coletor sem identificação do tipo sem tampa “b” – coletor criado através do reuso de material descartável.

Fonte: Autores.

Dessa forma, é possível observar os coletores posicionados na entrada do restaurante universitário estão em desacordo com a resolução CONAMA 275/2001, pois não ocorre a segregação do resíduo fato que tende onerar a destinação final desse resíduo.

No interior do restaurante, observou-se a presença de coletores devidamente identificados para o descarte de resíduos orgânicos e resíduos secos, na saída do refeitório não foi observado a presença de coletores. A Figura 07 exemplifica a situação.



FIGURA 07: Coletores de resíduos sólidos no restaurante universitário. Siglas: “a” – coletor do tipo com tampa de segregação seco/úmido; “b” – ausência de coletor no lavabo do refeitório.

Fonte: Autores.

Há, na Figura 07, a constatação de um diagnóstico muito positivo sobre os usuários do refeitório, onde observou-se que a grande maioria dos usuários se sentem sensibilizados a

realizar o descarte de forma correta, depositando seus resíduos nos coletores identificados. Ao saírem do restaurante, os usuários têm por hábito realizar a higienização de canecas e mãos no lavabo, utilizando toalhas descartáveis de papel e não há lixeiras para o descarte após o uso.

4.3 Análise da Matriz SWOT

Com o intuito de compreender e analisar a gestão institucional dos resíduos sólidos dentro da universidade em São Mateus (ES), elaborou-se a matriz S.W.O.T. A aplicação da análise SWOT deve-se à necessidade das empresas analisarem seu posicionamento em um ambiente em permanente mudança (CARNEIRO, 2010), sendo uma importante ferramenta para o planejamento estratégico eficiente. A matriz S.W.O.T. foi configurada de acordo com a Quadro 01. A mesma, possibilita a comparação de dados facilitando a análise de fatores internos e externos que contribuem, ou não, para a gestão de resíduos sólidos dentro da instituição. O Quadro 01 expõe a matriz S.W.O.T. elaborada a partir dos dados coletados no levantamento de campo.

GRUPO TEMÁTICO	PONTOS FORTES	PONTOS FRACOS	AMEAÇAS	OPORTUNIDADES
Comportamento dos Usuários	Adotam uma postura correta no descarte de resíduos onde há coletores.	Não se sentem sensibilizados a realizarem o descarte adequado onde não há coletores identificados para a coleta seletiva.	O comportamento inadequado dos usuários pode prejudicar o descarte consciente dos resíduos sólidos.	A presença de mais coletores devidamente identificados para a coleta seletiva e apelos educativos sobre o descarte poderá sensibilizar os usuários, melhorando seu comportamento.
Recuperação dos Resíduos (Reuso e Reciclagem)	Há iniciativa por parte da administração da universidade.	A recuperação dos resíduos pode ser prejudicada pelos usuários.	A recuperação dos resíduos pode ser prejudicada pelo descarte inadequado.	Existe a iniciativa da recuperação dos resíduos, que deve ser reforçada em todos os setores do ambiente universitário.
Catadores de Resíduos Sólidos (Presença e Comportamento)	Não foi verificado nas análises/visitas técnicas.	Não foi verificado nas análises/visitas técnicas	Não foi verificado nas análises/visitas técnicas	Criação de parcerias entre associações de catadores e a universidade.
Presença de Animais	Poucos animais no ambiente acadêmico.	Registro de cães no restaurante universitário e cantina.	Animais são vetores de doenças.	Reforçar a necessidade de não alimentar os animais em ambientes como a cantina e o restaurante.

GRUPO TEMÁTICO	PONTOS FORTES	PONTOS FRACOS	AMEAÇAS	OPORTUNIDADES
Enquadramento a Legislação	Administração da universidade é ciente da legislação.	Nem todos os ambientes se enquadram à legislação.	A universidade está sujeita à penalidades e advertências.	Fomentar a importância da PNRS, através de campanhas e ações envolvendo os usuários.

QUADRO 01: Matriz S.W.O.T. da análise da gestão de resíduos na universidade.

Fonte: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, campus Itapina. 2016.

Através da matriz SWOT, pode-se observar que a gestão dos resíduos sólidos na universidade estudada poderia ser mais eficiente se não fosse a estagnação da consciência ambiental dos usuários, que se sentem mais sensibilizados a adotar condutas adequadas no descarte dos resíduos quando são induzidos pela presença de coletores devidamente identificados, cartazes e anúncios informando que se deve separar os resíduos, entre outros.

Observa-se também que a universidade tem a preocupação de agir conforme a legislação, através das ações para recuperação dos resíduos. Nesse contexto, o catador, segundo a PNRS, é parte fundamental do processo e deve ser inserido no ambiente, atuando para assegurar que os resíduos serão devidamente segregados e não misturados com outros não-passíveis de recuperação, visto que a através da coleta seletiva inúmeras pessoas serão beneficiadas, provendo o sustento de suas famílias, por exemplo.

Dessa forma, direcionando os esforços para os pontos fortes e as oportunidades, é possível alcançar um crescimento da gestão dos resíduos sólidos, concentrando-se principalmente nos usuários, de forma a sensibilizá-los na melhoria da conduta adotada, seguindo os princípios da PNRS.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os usuários possuem um perfil distinto, apesar de se tratar de um público com um nível de instrução elevado em alguns locais na universidade, constata-se uma não utilização correta dos coletores seletivos. Porém, no refeitório o comportamento é diferente, os coletores são utilizados adequadamente, em virtude da sistematização interna do refeitório.

Através da matriz SWOT na análise de gestão de resíduos na universidade estudada, recomenda-se que sejam instalados novos coletores para coleta seletiva na universidade, bem como a substituição dos coletores danificados ou sem identificação. Recomenda-se também fixação de cartazes e avisos informando sobre a importância do descarte adequado dos resíduos, atendendo à PNRS. Com o intuito de promover a sensibilização dos usuários a descartarem seus resíduos de forma adequada e enquadrando à resolução CONAMA 275/2001.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Resíduos Sólidos – Classificação. ABNT – NBR – 10.004, 2004.

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2014**. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2014.pdf>>. Acesso em: 18/01/2017.

BRASIL. Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 18/01/2021.

CARNEIRO, M. F. **Gestão pública**: o papel do planejamento estratégico, gerenciamento de portfólio, programas e projetos e dos escritórios de projetos na modernização da gestão pública. In: BASPORT. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=PW06BpdpdLcC&pg=PA71&dq=matriz+swot&hl=ptBR&sa=X&ved=0ahUKEwidYjXwp3LAhVIjZAKHe1RBDwQ6AEIMzAE#v=onepage&q=matriz%20swot&f=false>> Acesso em: 21/01/2017.

CARVALHO, A. R. C. de; LEAL, F. F.; DE OLIVEIRA, G. M., DE OLIVEIRA, H. A.; MENDES, H. L. F.; BEZERRA, R. C. M. **Proposta de Intervenção Empresarial com Emprego da Matriz SWOT: Um Estudo na Empresa Restaurante Cheiro Verde**. Revista Acta Brazilian Science, v.1, p.35-41, 2014.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 1, de 23 de Janeiro de 1986. DOU de fevereiro de 1986.

DA SILVA, M. P.; PICHARILLO, C.; DA SILVA, G. C.; DA SILVA, F. L.; GONÇALVES, J. C. **Análise da Influência dos Aspectos Sociais na Percepção Ambiental da População Residente na Microbacia do Córrego do Mineirinho, Município de São Carlos-SP**. Revista Eixo, v.4, n.2, 2017.

DE CONTO, S. M. **Gestão de resíduos em universidades: uma complexa relação que estabelece entre heterogeneidade de resíduos, gestão acadêmica e mudanças comportamentais**. In: (Org) Gestão de resíduos em universidades. EDUCS, Caxias do Sul, p.17-32, 2010.

DIAS, R. **Gestão ambiental: Responsabilidade social e sustentabilidade**. São Paulo: Atlas, 2006.

DZIEDZIC, M.; DZIEDZIC, R. **Diagnóstico e proposta de redução de emissões – Campus Universidade Positivo**. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE. 12., 2010, São Paulo. Anais... São Paulo: FEA/USP, 2010.

FERREIRA, F. T. N.; PROCOPIAK, L. K.; CUBAS, K. G. **O conhecimento sobre resíduos sólidos das funcionárias de serviços gerais de uma universidade do município de Curitiba**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 2. 2011. Anais. Londrina: UNOPAR, 2011.

FERRI, G. L.; CHAVES, G. L. D.; RIBEIRO, G. M. **Análise e localização de centros de armazenagem e triagem de resíduos sólidos urbanos para a rede de logística reversa: um estudo de caso no município de São Mateus, ES**. Production, Rio de Janeiro, 16p, 2013. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-65132014005000014>.

GOOGLE. Google Earth, 2017. Disponível em: <<https://www.google.com/earth/>> Acesso em 28/01/17.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2017. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?lang=&codmun=320490&search=%7Csaõ-mateus>> Acesso em 29/01/17.

HEMA – Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2017. Disponível em: <https://iema.es.gov.br/gestao-de-residuos-solidos-2>> Acesso em 29/01/17.

JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. **Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade**. Estudos Avançados, v.25, n.71, p.135-158, 2011.

JULIATTO, D. L.; CALVO, M. J.; CARDOSO, T. E. **Gestão integrada de resíduos sólidos para instituições públicas de ensino superior**. Revista G.U.A.L., Florianópolis, v. 4, n. 3, p.170-193, 2011.

LIMA JR, R. R.; OIKO, O. T.; CAVICCHIOLI, F. F. **Gestão de resíduos em universidade: Caracterização e análise da destinação de resíduos sólidos**. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE. 12., 2010, São Paulo. Anais...São Paulo: FEA/USP, 2010.

LIMA, C. F. **Estudos Ergonômicos e Levantamento de Riscos Na Colheita Florestal Mecanizada com “Harvester”**. Faculdade Internacional Siguinorelli. Pós-Graduação Lato Sensu, Monografia (Especialização). Barbacena, Minas Gerais. 2015.

LIMA, M. Q. **Lixo: tratamento e biorremediação**. São Paulo, 2004.

MILARÉ, É. **Direito do ambiente**. Revista dos Tribunais. v.9, p.173-182. São Paulo, 2014.

MMA. **Ministério do Meio Ambiente**, 2017. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/comunicacao/item/9410-a-pol%C3%ADtica-dos-5-r-s>> Acesso em 29/01/17.

MOREIRA, M.; ALBANO, C. S.; DO NASCIMENTO LAMPERT, V.; RIBEIRO, C. M. **A Utilização da Matriz SWOT como Ferramenta de Planejamento Estratégico na Pecuária de Corte**. Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, v.7, n.2. 2016.

MOREIRA, P. G. et al. **Construção de política para gestão de resíduos na Universidade de São Paulo como modelo para implementação da PNRS em IES**. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental – REGET, Santa Maria, v.18, n.1, p.381-387, 2014.

ONU - Organizações das Nações Unidas. **No Brasil, 80 mil toneladas de resíduos sólidos são descartadas de forma inadequada por dia, afirma ONU**. 2015. Disponível em <https://nacoesunidas.org/no-brasil-80-mil-toneladas-de-residuos-solidos-sao-descartados-de-forma-inadequada-afirma-onu/>> Acesso em 12 jan. 2016.

PROATER – **Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural** PROATER 2011-2013, Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural do Espírito Santo, 2011.

RIVETTI, L. V.; SIMONATO, D. C.; COSTA, S. O.; FIGUEIREDO, R. A. **Análise documental e de percepção acerca da gestão de resíduos em um campus universitário (SP, Brasil)**. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, Aquidabã, v.3, n.1, p.98-111, 2012. Doi: 10.6008/ESS2179-6858.2012.001.0006.

SILVA, A. da; HAETINGER, C. **Educação Ambiental no Ensino Superior - O conhecimento a favor da qualidade de vida e da conscientização socioambiental.** Contexto & Saúde, Ijuí, v. 12, n. 23, 34-40, dez. 2012.

SILVA, M. L. da. **A educação ambiental no ensino superior brasileiro: do panorama nacional às concepções de alunos(as) de Pedagogia na Amazônia.** Revista Eletrônica Mestrado em Educação Ambiental, vol. especial, 18-33, 2013.

SILVA, W. G.; HIGUCHI, M. I. G.; FARIAS, M. S. M. **Educação Ambiental na Formação Psicossocial dos Jovens.** Ciênc. Educ., Bauru, v. 21, n. 4, 1031-1047, 2015

CAPÍTULO 8

DIAGNÓSTICO DE ARTIGOS CIENTÍFICOS RELACIONADOS A GIRASSOL DISPONÍVEIS NA BASE SCIELO DE 2014 A 2018

Data de aceite: 01/07/2021

Elisangela Rodrigues

Bióloga autônoma

Heiriane Martins Sousa

Pesquisadora de Pós-doutorado Júnior
PPGAT/UFMT

Wendel Carvalho Joaquim Silva

Curso de Agronomia/UFMT- Bolsista VIC

Aluisio Brigido Borba Filho

Prof. do Dep. de Fitotecnia e Fitossanidade,
FAAZ/UFMT
Cuiabá, MT

RESUMO: O girassol é uma cultura relevante para o agronegócio Brasileiro. Nos últimos anos, constantes avanços surgiram no meio científico, especialmente sobre genótipos resistentes, estratégias de manejo e utilização de seus coprodutos. Uma importante ferramenta de atualização é o diagnóstico do perfil teórico-metodológico das publicações. Nesse sentido, esse trabalho teve como objetivo fazer o levantamento bibliográfico sobre o girassol, compilando informações de artigos científicos publicados de 2014 a 2018 indexados à base SciELO. A busca foi definida pelas palavras *Helianthus annuus* e/ou girassol. Foram identificados 129 artigos publicados nesse período os quais, quando estratificados por categoria, abordaram aspectos agronômicos da cultura como: adubação, tipos de solo e aspectos genéticos. O ano de 2015 apresentou o maior

número de publicações no período e entre os países, o Brasil liderou o ranking das publicações com 91 artigos, seguido por Argentina (9) e México (8). A Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, com 17 artigos, foi o periódico com maior número de publicações no período, seguido pela Revista Ciência Agronômica (10) e a Pesquisa Agropecuária Tropical (6). Esse estudo compilou as principais características das publicações sobre o girassol, importante panorama para uma visão geral sobre o assunto, que encoraja um refinamento dessas informações para avaliações mais sistematizadas.

PALAVRAS-CHAVE: *Helianthus annuus*, acervo eletrônico, levantamento bibliográfico.

DIAGNOSIS OF SCIENTIFIC ARTICLES RELATED TO SUNFLOWER AVAILABLE IN THE SCIELO DATABASE FROM 2014 TO 2018

ABSTRACT: Sunflower is a relevant crop for Brazilian agribusiness. In recent years, constant advances have emerged in the scientific field, especially in resistant genotypes, management strategies and use of their co-products. An important updating tool is the diagnosis of the theoretical and methodological profile of publications. In this sense, this work aimed to make a bibliographic survey on sunflower, compiling information from scientific articles published from 2014 to 2018 indexed to SciELO. The search was defined by the words sunflower and/or *Helianthus annuus*. We identified 129 papers published during this period when stratified by category, most addressed agronomic aspects of the crop such as fertilization, soil types

and genetic aspects. The year 2015 had the largest number of publications in the period and between countries, Brazil led the ranking of publications with 91 articles, followed by Argentina (9) and Mexico (8). The Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, with 17 papers, was the journal with the largest number of publications in the period, followed by the Revista Ciência Agronômica (10) and the Pesquisa Agropecuária Tropical (6). This study compiled the main characteristics of sunflower publications, an important panorama for an overview of the subject and encourages refinement of this information for more systematic evaluations.

KEYWORDS: *Helianthus annuus*, eletronic database, bibliographic search.

1 | INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma oleaginosa cultivada em vários países e de grande valor econômico. É uma planta de fácil adaptação a diferentes ambientes de cultivo, utilizada para diversos fins, destacando-se a extração de óleo de excelente qualidade para consumo humano (Leite et al., 2005). A área cultivada com girassol no Brasil é ainda reduzida, de 85 mil ha, com produção de 137 mil toneladas de grãos na safra 2018/19 (IBGE, 2019). Para que essa cultura amplie sua participação no agronegócio brasileiro, é importante a realização de mais estudos de aspectos de sua cadeia produtiva.

É consenso que a pesquisa bibliográfica é uma ferramenta útil para atualização e auxílio nas tomadas de decisões para avanços referentes ao cultivo de uma espécie. Uma importante plataforma de busca é a Biblioteca Eletrônica SciELO, cujo propósito é contribuir com maior visibilidade da pesquisa a nível nacional e internacional, apresentada nos artigos publicados nos periódicos à ela indexados (Packer, 2016). Essa ferramenta de busca permite que um compilado de artigos publicados tenha maior visibilidade. No caso de informações sobre girassol, o último diagnóstico de publicações foi referente ao período de 2009 a 2013 (Oliveira et al., 2013).

Assim, este trabalho teve como objetivo efetuar o levantamento bibliográfico sobre girassol, compilando informações de artigos científicos publicados no período de 2014 a 2018, em periódicos indexados à base SciELO.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizadas pesquisas bibliográficas por meio de consultas em periódicos indexados à Biblioteca Eletrônica SciELO, delimitadas pelas expressões "*Helianthus annuus*" e/ou "girassol" com busca de artigos publicados durante o período de 2014 a 2018.

Após leitura, os artigos foram refinados com exclusão dos repetidos e analisados somente aqueles que apresentavam informações referentes ao cultivo e uso dos produtos do girassol. Os artigos foram estratificados pelas categorias: áreas de estudo, número de publicações por país, ano e principais periódicos.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A busca de artigos publicados na base SciELO durante o período de 2014 à 2018, resultou em 129 artigos relacionados a girassol, os quais foram agrupados em 16 áreas temáticas. A que apresentou maior expressão foi a área de Agronomia, onde estão agrupados os artigos com estudos sobre o cultivo do girassol, sendo os aspectos mais abordados os tipos de adubação, solo e melhoramento genético dos genótipos (Tabela 1).

Áreas temáticas	Nº de artigos	%
Agronomia	46	35,7
Ciências ambientais	21	16,3
Ciência animal	16	12,4
Ciências veterinárias	9	7,0
Ciência e tecnologia dos alimentos	7	5,4
Medicina e tecnologia laboratorial médica	6	4,7
Pesca	5	3,9
Silvicultura	5	3,9
Biodiversidade, biotecnologia e microbiologia aplicada	4	3,1
Ciências da saúde e farmacologia	3	2,3
Políticas e serviços de saúde	2	1,6
Economia e política agrícola	1	0,8
Química	1	0,8
Genética e hereditariedade	1	0,8
Nutrição e dietética	1	0,8
Parasitologia	1	0,8
TOTAL	129	100

Tabela 1. Estratificação dos artigos encontrados relacionados ao girassol (*Helianthus annuus*), indexados à base SciELO e publicados no período de 2014 a 2018.

Os dados obtidos podem ser atrelados aos relatos de Santos (2014), que observou um aumento nos estudos científicos mostrando que o cultivo do girassol é apto em todo território brasileiro, de acordo com cada região e dentro das suas especificidades como época de semeadura, variedade a ser utilizada, entre outros.

O Brasil foi o país que teve a maior expressividade de publicações, totalizando 91 artigos publicados no período da busca, seguido por Argentina, com nove artigos e México, com oito artigos (Figura 1a). Quando estratificados por ano, em 2015 observou-se o maior número, com 34 artigos publicados e em 2016 houve o menor número, com 19 publicações no período sobre o girassol (Figura 1b).

A expressividade dos artigos publicados no Brasil comparado aos outros países (Figura 1a), deve-se ao maior número de periódicos brasileiros indexados à biblioteca

eletrônica SciELO (Packer, 2016). Entre os periódicos responsáveis pelas 129 publicações, destacam-se: Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental com 17 artigos, Revista Ciência Agronômica com dez artigos, Pesquisa Agropecuária Brasileira e Revista Ceres, ambas com seis artigos cada, Ciência Rural, Engenharia Agrícola, Pesquisa Agropecuária Tropical e Revista Caatinga com cinco artigos cada e outros 45 periódicos com menor número de publicações sobre o girassol.

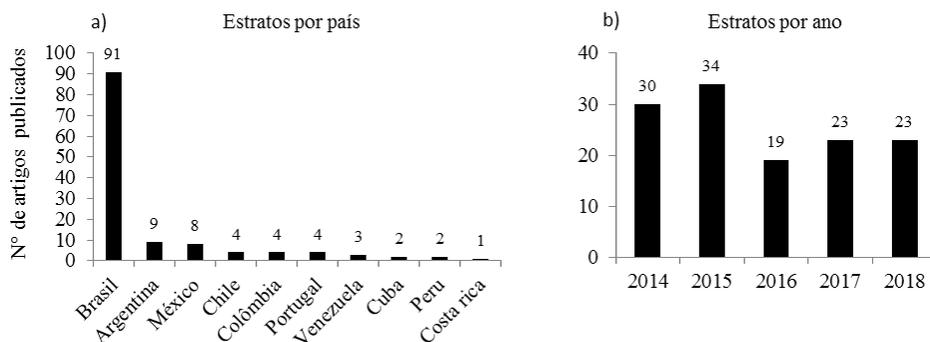


Figura 1. Série histórica de artigos publicados relacionados ao *Helianthus annuus* e/ou girassol indexados à base SciELO e publicados no período de 2014 a 2018.

Estratificação da busca dos artigos: a) por país e b) por ano de publicação.

4 | CONCLUSÕES

O perfil dos artigos disponíveis sobre o girassol na base SciELO no período de 2014 a 2018 foi composto por diferentes abordagens, destacando-se os aspectos agrônômicos da cultura. O Brasil mostrou-se como um país que apresenta grande interesse na cultura, com 70,5% dos artigos aqui publicados e 2015 foi o ano com maior expressão de publicações durante o período avaliado.

O estudo compilou as principais características das publicações sobre o girassol, importante panorama para uma visão geral sobre o assunto, que encoraja um refinamento dessas informações para avaliações mais sistematizadas e ou temas mais específicos.

REFERÊNCIAS

IBGE 2019. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**: Tabela 1618 - Área plantada, área colhida e produção, por ano da safra e produto das lavouras. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618#resultado>. Acessado em: 14 de setembro de 2019.

LEITE, R.M.V.B. de C.; BRIGHENTI, A.M.; CASTRO, C. de. (Ed.). **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 613p.

OLIVEIRA, D. A.; SANTOS, J. O.; BORBA FILHO, A. B. **Diagnóstico de publicações científicas sobre girassol disponíveis na biblioteca SciELO de 2009 a 2013**. In: XX Reunião nacional de pesquisa de girassol: VIII Simpósio Nacional sobre a Cultura do Girassol. 2013, Cuiabá. Anais... Cuiabá: Embrapa, 2013.

PACKER, A. SciELO e o futuro dos periódicos (online). **SciELO em Perspectiva**, 2016. Disponível em: <https://blog.SciELO.org/blog/2016/12/21/SciELO-e-o-futuro-dos-periodicos/>. Acessado em: 12 de setembro de 2019.

SANTOS, Z. M. **Cultivo de girassol em diferentes épocas no norte fluminense: características morfológicas, produtivas e teor de óleo**. Tese (Doutorado - Produção Vegetal) Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes, RJ, 2014.

CAPÍTULO 9

SUSTENTABILIDADE DO EXTRATIVISMO DO FRUTO DE CUMBARU NO MUNICÍPIO MATO-GROSSENSE DE POCONÉ – BIOMA PANTANAL, BRASIL

Data de aceite: 01/07/2021

Data de submissão: 23/03/2021

Sonia Aparecida Beato Ximenes de Melo

Universidade do Estado de Mato Grosso
Tangará da Serra, MT
<https://orcid.org/0000-0001-9142-5941>

Fabrcio Schwanz da Silva

Universidade Federal do Paraná
Palotina, PR
<https://orcid.org/0000-0003-2988-4017>

André Ximenes de Melo

Universidade do Estado de Mato Grosso
Tangará da Serra, MT
<https://orcid.org/0000-0001-7411-1836>

RESUMO: O objetivo deste estudo foi analisar a sustentabilidade socioeconômica ambiental do extrativismo do fruto de cumbaru no município mato-grossense de Poconé – Bioma Pantanal. Optou-se por uma sequência metodológica para mensuração da sustentabilidade social, econômica e ambiental, por meio de indicadores, com dados obtidos através da realização de entrevista semiestruturada. A avaliação constatou que as atividades desenvolvidas tanto pelas famílias de agricultores quanto pelas instituições que atuam no setor apresentaram grau médio de sustentabilidade, e que não há equilíbrio entre as três dimensões. Concluiu-se que é necessária a estruturação das atividades, capacitação dos extrativistas, políticas públicas de valorização das pessoas e do meio ambiente, bem como

regularização da comercialização.

PALAVRAS - CHAVE: Indicadores.

Desenvolvimento Sustentável. Extrativismo Vegetal. Agricultura Familiar.

ENVIRONMENTAL SOCIOECONOMIC SUSTAINABILITY OF EXTRACTION OF CUMBARU FRUIT IN THE CITY OF POCONÉ, MATO GROSSO - PANTANAL BIOME, BRAZIL

ABSTRACT: The objective of this study was to analyze the environmental socioeconomic sustainability of extraction of cumbaru fruit in the city of Poconé, Mato Grosso - Pantanal Biome - Brazil. A methodological sequence was chosen to measure the social, economic and environmental sustainability, through indicators, with data obtained by carrying out semi-structured interviews. The research found that the activities carried out both by the families of farmers and institutions operating in the sector presented an average degree of sustainability, and that there is no balance between the three dimensions. We have concluded that the structuring of activities is needed as well as the training for the extractors, public policies that value people and the environment, and the regulation of marketing.

KEYWORDS: Indicators. Sustainable Development. Vegetal Extraction. Family Farming.

1 | INTRODUÇÃO

O aproveitamento dos recursos naturais é a mais primitiva atividade humana, ainda na

forma primária de exploração econômica acontece a captura de produtos, no reino animal ou vegetal, gerados pela natureza. Percebe-se a relação entre o extrativismo e a conservação da biodiversidade, dentro das condições sustentáveis, quando é assegurada a preservação de um ambiente de qualidade para garantir necessidades estéticas, de recreação, de produtos, e que assegurem a produção contínua de plantas, animais e materiais úteis, mediante o estabelecimento de um ciclo equilibrado de colheita e renovação. Praticado de forma sustentável, pode gerar renda para as famílias e, ao mesmo tempo, contribuir para a conservação ambiental, protegendo sua diversidade de fauna, flora, nascentes, cursos d'água e a riqueza cultural de seus povos (SAMPAIO, 2011; OLIVEIRA; SCARIOT, 2010).

A atividade de extrativismo vegetal, a partir do momento que passa a constituir uma fonte de renda, em que a exploração de produtos florestais não madeireiros (PFNMs), no caso, o cumbaru, adquire importância econômica para o grupo familiar e para a região onde é praticada, passa a existir como atividade econômica. Consequentemente, também passa a se submeter às leis do mercado, e é neste momento que surgem as maiores controvérsias a respeito da sua sustentabilidade ambiental, social e econômica.

Quando o assunto é o desenvolvimento responsável de uma região ou país, a questão da sustentabilidade para o uso dos recursos florestais é fundamental hoje. Nos últimos anos a sustentabilidade é um tema frequentemente debatido por autores como: Marzall (1999); Sachs (1993, 2006); Bellen (2004); Barbieri (2004); Ostrovski e Passos (2012), entre outros.

O cumbaru (*Dipteryx alata* Vog.), nativo do Cerrado e do Pantanal (POTT e POTT, 1994), é uma espécie da família *Leguminosae fabaceae*, conhecida popularmente como: baru, em Tocantins, Goiás e Minas Gerais; barujo, coco-feijão e cumbaru em Mato Grosso; e cumarurana, emburena brava e pau-cumaru em outros estados (PIO CORRÊA, 1984; ALMEIDA et al., 1998). A *Leguminosae* é apontada como uma das famílias mais abundantes na região do Pantanal. Apresenta intensa frutificação na fase adulta, produzindo frutos do tipo drupa, ovóides, levemente achatados e de coloração marrom, com uma única semente ou amêndoa (SANO et al., 2004).

O fruto apresenta multiplicidade de usos, sendo apreciado por seu valor nutritivo. Em época de seca, sua polpa é consumida pelos animais, no pasto pelo gado, e na vegetação nativa por macacos, morcegos e pássaros que ali se alimentam. Seu uso sustentável pode auxiliar na conservação da biodiversidade, e ser valorizado como produto que contribui para a conservação da natureza (ARAKAKI, 2009).

Árvore de grande porte chega a medir 25 metros de altura, podendo atingir 70 cm de diâmetro. Tem a copa arredondada e densa, com crescimento rápido e início de frutificação por volta dos seis anos. Com vida útil em torno de 60 anos, produz cerca de 150 kg de frutos por safra, dos quais se aproveitam a polpa, o endocarpo e a semente (SOUZA et al., 2013).

A sustentabilidade insere o extrativismo em vários campos do conhecimento, tais

como: compreensão das dinâmicas socioambientais, culturais, políticas, organizacionais, territoriais, conhecimentos científicos e relações políticas. Também os valores humanos e históricos, reconhecendo o ser humano com todos os seus desafios, forças e fragilidades, envolvendo variáveis dinâmicas complexas, interconectadas, quantificáveis e não quantificáveis. Contudo, mesmo que as variáveis sejam subjetivas, o ser humano, para facilitar sua compreensão, tem a necessidade da ordenação, da classificação, e passou os últimos anos na tentativa de classificar e quantificar a sustentabilidade das atividades, criando os mais diversos índices e indicadores (OSTROVSKI; PASSOS, 2012).

Assim, o presente artigo visa analisar a sustentabilidade socioeconômica e ambiental do extrativismo do fruto de cumbaru no município mato-grossense de Poconé, localizado no Bioma Pantanal.

2 | O CONTEXTO DA SUSTENTABILIDADE

A base do conceito de sustentabilidade é a utilização dos serviços da natureza dentro do princípio da manutenção do capital natural, isto é, o aproveitamento dos recursos naturais dentro da capacidade de carga do sistema que, no modelo atual de desenvolvimento, é autodestrutivo, e as diversas iniciativas para modificar este quadro não têm sido suficientemente efetivas para reverter o processo de deterioração global. Neste sentido, são necessárias iniciativas mais efetivas para alcançar a sustentabilidade, incluindo o desenvolvimento de ferramentas que estimulem o envolvimento da sociedade civil e que avaliem as estratégias desse desenvolvimento, monitorando o progresso (BELLEN, 2004).

Atualmente a economia dos recursos naturais, que se faz constante, foi abordada inicialmente pela Teoria Econômica, em 1798, por Thomas R. Malthus, em sua obra *An Essay on the Principle of Population*. É importante destacar, ainda, outro marco, o documento do Clube de Roma, intitulado *The Limits to Growth*, de 1972, que ressalta a finitude dos recursos naturais e os limites naturais para o crescimento econômico, principalmente quando considera-se a expansão dos países mais pobres. É possível acreditar que os movimentos de desenvolvimento sustentável foram instigados pelo Clube de Roma. O recurso natural deixa de ser visto como um limite para o crescimento econômico, para ser elemento de equidade entre as gerações (MEADOWS et al., 1977; OLIVEIRA, 2002).

A proteção ambiental, como consta no Relatório *Brundtland (1987)*, explicita que o imperativo econômico convencional e a maximização da produção econômica devem ser restringidos a favor dos imperativos sociais, minimização do sofrimento humano atual e futuro e ecológicos, de proteção da ecosfera, como uma medida necessária para garantir os interesses das gerações futuras, as quais herdarão o mundo natural como seu legado. Isso demonstra claramente que a proteção ambiental é importante para construir uma nova categoria conhecida como equidade Intergeracional (BRUNDTLAN, 1987; BELLEN, 2004).

Nesse sentido, surgiram inúmeros programas na década de 1990, dentre os quais,

destaca-se o de cidades sustentáveis que, em alguns países dentre eles o Brasil, reúne lideranças de vários segmentos para discutir alternativas para tornar as cidades sustentáveis e criar indicadores que possam mensurar a sustentabilidade (RIBEIRO, 2001).

No entanto, construir indicadores de sustentabilidade é ato complexo, pois ele deve refletir a relação da sociedade com o meio ambiente considerando todos os fatores envolvidos no processo. Há necessidade da definição e utilização de ferramentas mensuráveis que auxiliem o planejamento, gestão e avaliação de políticas de sustentabilidade, pois adotar uma postura não sistêmica diante desse problema é ignorar a realidade dos fatos, os elementos formadores estão multiligados uns aos outros, com mútua influência. Verifica-se, por exemplo, que pobreza e miséria social são fatos relacionados com problemas ambientais. (SILVA; HOLANDA, 2010).

As definições mais comuns de indicadores e a terminologia associada são necessárias para alcançar maior clareza e consenso, tanto em relação à definição de indicadores como em relação a outros conceitos associados como índice, meta e padrão (BELLEN, 2005).

Marzall (1999) considera que indicador é apenas uma medida, não um instrumento de previsão. Holling (1978) também salienta que o indicador é uma medida do comportamento do sistema em termos de atributos expressivos e perceptíveis.

Os indicadores possuem diversas funções, a principal é fornecer informações que possam agregar conjuntamente características qualitativas, quantitativas, estatísticas e gráficas, buscando apresentar a realidade de uma forma sistemática que facilite a elaboração de políticas.

No Brasil, a aplicação de indicadores teve início na década de 90, com base nos Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (IDS), da Comissão de Desenvolvimento Sustentável (CDS) e da Organização das Nações Unidas (ONU), e o Ministério do Meio Ambiente (MMA) responsável pelo “monitore” (Programa de Monitoramento Ambiental Integral Nacional). O Brasil em parceria com a Alemanha evoluiu seu sistema de indicadores e, através da inclusão do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), publicou o IDS do Brasil com adaptações, quando necessário, às nossas especificidades (QUIROGA, 2001; IBGE, 2012).

Contudo, o desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade está no início e busca entender a sustentabilidade e como caracterizá-la. As propostas de indicadores devem ser testadas, corrigidas e adaptadas às novas realidades. Deve-se, também, entender as interações que ocorrem em diferentes sistemas, com e sem a intervenção humana, determinando os aspectos efetivamente relevantes para a avaliação e monitoramento da sustentabilidade, permitindo a construção de conjuntos eficazes de indicadores (MARZALL; ALMEIDA, 2000).

Nesse contexto, os indicadores devem facilitar o processo de comunicação acerca do desenvolvimento sustentável, transformando esse conceito em dados numéricos, medidas

descritivas e sinais orientativos. A utilização de dimensões ou grupos de indicadores, pode facilitar o emprego de medidas que estão além dos fatores puramente econômicos, bem como incluir um balanço de sinais que derivam do bem-estar humano e ecológico. Para cada dimensão, um índice agregado deve incluir medidas do estado, do fluxo e dos processos relacionados (BELLEN, 2004).

Ritchie et al. (2001) desenvolveram um guia fundamentado em experiências e resultados da pesquisa sobre critérios e indicadores de sustentabilidade para aplicação prática no manejo comunitário de florestas do CIFOR (*Center for International Forestry Research*), e apresentaram C&I (Critérios e Indicadores) como uma ferramenta participativa para manejo comunitário sustentável de florestas. Definiu-se C&I propondo uma metodologia hierárquica em princípios, critérios, indicadores e verificadores, onde:

Princípios – são verdades fundamentais ou leis, como afirmações de ideias. Exemplo: o bem-estar da comunidade (institucional) está garantido.

Critérios – definem o estado e as condições que, como região ou comunidade, deveria estar: comunidade participa e monitora todos os processos de planejamento de qualquer sistema de manejo a ser executado dentro da área florestal em que ela causa impacto.

Indicadores – indicam o estado ou condições requeridas por um critério: comunidade possui formas de organização interna e entre outras comunidades.

Verificadores – são dados ou informações necessárias para avaliar um indicador, usualmente expressos com as informações necessárias a serem coletadas: reconhecimento da existência da organização (de fato e legalmente). Para reconhecer a existência da organização pode ser aplicada uma pergunta, como: O senhor é membro de algum sindicato/ associação/ cooperativa?

Essa hierarquia também foi utilizada na pesquisa de Magalhães (2011), que ainda propôs algumas informações necessárias que permitem analisar a sustentabilidade nas dimensões social, econômica e ambiental, apresentadas a seguir:

a) A dimensão social de sustentabilidade deve expressar a ideia de que somente uma sociedade menos desigual produz desenvolvimento sustentável. Esta dimensão coloca o ser humano como o agente do desenvolvimento sustentável, pois ele pode transformar o seu meio ambiente gerando riquezas e exaurindo os recursos naturais, bem como auto organizar socialmente e participar de processos de decisão, atuando junto ao setor público para melhoria da distribuição de renda e da qualidade de vida.

b) A dimensão econômica da sustentabilidade é alcançada por meio da gestão eficiente dos recursos e por investimentos públicos e privados. A eficiência deve ser avaliada por critérios macrossociais e não apenas pela lucratividade das empresas.

O princípio da dimensão econômica significa que o bem-estar da comunidade ou das pessoas deve ser garantido, no que se refere à importância dos produtos florestais nos rendimentos domésticos monetários e não monetários; se o meio externo é favorável ao

manejo florestal comunitário sustentável, verificando a infraestrutura e transporte acessíveis à comunidade; o conhecimento de mercados para os produtos florestais; as relações com parceiros que apoiam a atividade de exploração sustentável da floresta; a dependência, da comunidade, de subsídios externos fornecidos por ONGs, entidades religiosas e/ou governo. Na dimensão econômica, as atividades serão sustentáveis apenas se promoverem crescimento econômico com impactos positivos em termos sociais e ambientais.

c) Na dimensão ambiental/ecológica, o princípio é a garantia do bem-estar da floresta. Assim, são verificados o manejo, as técnicas de baixo impacto, e se as práticas de exploração e colheita para cada espécie são compatíveis com o seu potencial produtivo; as ocorrências de incêndios acidentais; a proteção contra o desmatamento das margens dos rios, preservando as funções hidrológicas e a biodiversidade, mantendo, no mínimo, 30 metros de florestas ao longo dos rios e correntes d'água.

A sustentabilidade ambiental é possível à medida que a atividade desenvolvida tiver manutenção e recuperação da capacidade de autodepuração dos ecossistemas naturais, o que implica na manutenção e recuperação da capacidade de absorção e recomposição dos ecossistemas face às agressões praticadas pela ação do homem (SACHS, 2004).

Nesse entendimento, uma comunidade pode ser sustentável se adotar ações que proporcionem boas condições sociais, econômicas e ambientais, garantindo recursos naturais necessários para a qualidade de vida atual e das próximas gerações.

3 | METODOLOGIA DO ESTUDO

A área de estudo compreendeu a microrregião do Alto Pantanal, mais especificamente, o município de Poconé, com uma superfície de 17.270,987 km² (equivalente a 11,33 vezes o município de São Paulo, SP), que é o 65º maior município do Brasil. Sua população é de 32.779 habitantes (IBGE, 2010). Em Relação ao IDH, no ano de 2000, Poconé estava com índice de 0,679, ou seja, na 121ª posição no estado de Mato Grosso. Em 2013, baixou para 0,652, considerado médio. Entretanto, ocupa a 118ª posição em relação aos 141 municípios do Estado de Mato Grosso ao nível nacional. Poconé está na 3.020ª posição em relação aos 5.565 municípios do Brasil (PNUD, 2013).

Dentre as atividades econômicas desenvolvidas no município de Poconé destacam-se: a pecuária extensiva (praticada na região pantaneira), o turismo ecológico, o extrativismo mineral e vegetal e a agricultura de subsistência (SEPLAN, 2014).

O município sofre influência do pulso de inundação periódica da planície pantaneira. Durante a estação chuvosa, a profundidade pode ultrapassar dois metros em áreas planas de campos alagáveis, determinando uma série de transformações na estrutura e funcionamento dos seus ecossistemas e influenciando a organização espacial de sua diversidade (as migrações dos peixes, a floração das plantas, a reprodução das aves, a confecção dos ninhos e postura de ovos pelos jacarés, são todos processos regulados e

dependentes da água). Na época da cheia, recebem nutrientes dissolvidos e sedimentados da área de captação, vindos de canais de água, resultando em áreas de alta produção biológica. No extremo sul do município, está o Parque Nacional do Pantanal, reconhecido pela Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (Unesco) como Patrimônio da Humanidade (MAGRINI et al., 2008; FERNANDES et al., 2010).

Nesse cenário, verificou-se se há sustentabilidade na atividade de exploração do fruto de cumbaru, inicialmente, coletou-se dados que possibilitaram a descrição da cadeia produtiva do cumbaru; realizou-se a mensuração da sustentabilidade com o uso de indicadores junto à comunidade, e também às entidades estabelecidas no município que utilizam a amêndoa de cumbaru como matéria-prima, de acordo com a metodologia formulada por Ritchie et al. (2001) e Magalhães (2011), sendo estas adaptadas para a vegetação nativa do Pantanal.

A população-alvo do estudo foi composta por unidades familiares de agricultores e instituições privadas. O agricultor entende-se como aquele ou aquela que desenvolve atividade de exploração do cumbaru com sua família, podendo ser ou não detentor de propriedade rural. Os agricultores foram selecionados pelo método de amostragem *Snowball* (bola de neve), a partir de dados fornecidos inicialmente pelas entidades que processam a castanha de cumbaru em Poconé, MT. Essa técnica é uma forma de amostra não probabilística utilizada em pesquisas nas quais os participantes iniciais de um estudo indicam novos participantes que, por sua vez, indicam outros novos participantes, e assim sucessivamente, até que seja alcançado o objetivo proposto (o “ponto de saturação”). O “ponto de saturação” foi atingido quando os novos entrevistados passaram a repetir os conteúdos já obtidos em entrevistas anteriores, sem acrescentar novas informações relevantes à pesquisa (WHA, 1994).

A opção por essa técnica justifica-se pela pouca disponibilidade de recursos e tempo para um estudo que envolva cerca de 120 agentes dispersos em áreas de difícil acesso, bem como pela eficiência da técnica no atendimento aos objetivos propostos no projeto.

Não foi possível selecionar as amostras das instituições pelo método não probabilístico pelo fato de todo o universo contar com somente 4 instituições.

Dessa forma, no primeiro semestre de 2014, foram aplicados formulários contendo 160 questões de múltipla escolha e complementar dissertativa a 22 famílias de agricultores e 4 instituições que utilizam a amêndoa de cumbaru como matéria-prima para os produtos que são levados ao mercado consumidor: uma associação, uma cooperativa e duas empresas privadas. Os formulários foram organizados por dimensão de sustentabilidade tanto para os agricultores quanto para as instituições.

Os formulários utilizaram como base para replicação desse trabalho, o estudo de Magalhães (2011), o qual propôs um modelo de exploração sustentável de baru no cerrado de Goiás, adaptados conforme a necessidade do presente estudo.

Para averiguar e acompanhar os padrões éticos e morais da investigação, a

pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), cadastrada no sistema Plataforma Brasil, cujo Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE), obteve aprovação sob número 23679314.9.0000.5166. Os produtores que aceitaram participar da pesquisa assentiram ao termo de consentimento livre e esclarecido, sendo o produtor informado sobre o conteúdo da pesquisa e autorizou a divulgação dos dados fornecidos por ele.

Obteve-se a mensuração da sustentabilidade da cadeia produtiva a partir de um índice resultante da agregação de indicadores distribuídos em três dimensões da sustentabilidade: ambiental, econômica e social. Para cada dimensão da sustentabilidade foram utilizados indicadores, tanto para avaliar a sustentabilidade da atividade dos agricultores quanto das instituições privadas.

Com os dados dos questionários contendo os indicadores calculou-se o Índice Individual de Sustentabilidade (I_w) para todas as famílias e instituições amostradas para as três dimensões da sustentabilidade: ambiental, econômica e social. Na sequência, calculou-se o Índice de Sustentabilidade (IS) geral da comunidade e das instituições pesquisadas. Estabeleceu-se o grau de sustentabilidade da comunidade de extrativistas e das instituições privadas estudadas foi estabelecido por categoria.

A expressão que permitiu realizar o cálculo dos índices de desenvolvimento sustentável para cada escopo, considerado no estudo, teve como base os estudos de Magalhães (2011), Rabelo (2007); Lima; Khan e Passos (2001). O índice foi calculado para as três dimensões: social, econômica e ambiental, conforme equação (1):

$$I_w = \frac{1}{n} \sum \left\{ \frac{\sum_{i=1}^m E_{ij}}{\sum_{i=1}^m E_{\max i}} \right\} \quad (1)$$

Onde:

I_w = Índices que compõem o índice de sustentabilidade ambiental, econômico e social;

E_{ij} = Escore do i -ésimo indicador de I_w obtido do j -ésimo questionário;

$E_{\max i}$ = Escore máximo do i -ésimo indicador de I_w ;

$i = 1, \dots, m$, número de indicadores;

$j = 1, \dots, m$, número de questionários aplicados;

$w = 1, \dots, 3$, número de índices que compõem o índice de sustentabilidade.

Quanto mais próximo de 1 o valor do índice I_w , melhor o desempenho do objeto de estudo, ou seja, maior a sustentabilidade das atividades desenvolvidas pelas comunidades rurais e instituições privadas que fazem parte da cadeia produtiva do cumbaru. O indicador está dentro do intervalo: $0 < I_w \leq 1$.

Para esta metodologia, o valor do índice nunca atingirá zero, pois a partir do momento

que o agricultor ou a instituição privada explorar o cumbaru, haverá o acúmulo de pontos.

Os questionários contam com perguntas cujas respostas recebem pontuação de 0 a 4. Para calcular o Índice Individual de Sustentabilidade (I_w), somou-se a pontuação obtida em cada família, por questionário, dividida pelo número máximo de pontos que podem ser obtidos.

O índice de sustentabilidade (IS) deve incorporar todas as dimensões ou escopos considerados. Assim, uma das formas de mensurá-lo é através da expressão (2):

$$IS = \frac{1}{k} \sum_{w=1}^k I_w \quad (2)$$

Onde:

IS = Índice de sustentabilidade;

w = valor do w-ésimo indicador; w = 1, ..., k.

A expressão “2” atribui pesos iguais a cada dimensão analisada: ambiental, econômica e social. O valor de IS é a média aritmética dos três índices citados. Quanto mais próximo de 1, maior o indicador de sustentabilidade nas comunidades e instituições estudadas. O indicador está dentro do intervalo: $0 < IS \leq 1$ (MAGALHÃES, 2011; RABELO, 2007; BARRETO, 2004).

A construção de índice nada mais é que transformar o valor dos indicadores num *quantum* que varia entre 0 e 1, dividido em três níveis distintos: baixo, médio e alto. Abaixo de 0,500 e acima de 0,00 a atividade caracteriza-se por não apresentar sustentabilidade, devendo o poder público, em conjunto com a sociedade, tomar as medidas necessárias para sanear os problemas que fizeram o índice chegar a esse nível, e tentar tornar a atividade mais sustentável possível. Quando o valor do índice ficar entre 0,500 e 0,799 significa dizer que a atividade estudada é razoavelmente sustentável, mas sujeita às várias medidas para que chegue o mais próximo possível de 1. À medida que crescem na direção de 1 vão aumentando as condições de sustentabilidade.

O grau de sustentabilidade foi obtido utilizando os valores do Índice de Sustentabilidade (IS), possibilitando a classificação do grau de sustentabilidade das comunidades rurais e instituições privadas do presente estudo. Utilizou-se o critério adaptado do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do *United Nations Development Program* (UNDP, 1998).

Grau	Intervalo do Índice
Alto	$0,800 \leq IS \leq 1,000$
Médio	$0,500 \leq IS \leq 0,799$
Baixo	$0,000 \leq IS \leq 0,499$

Tabela 1. Grau de sustentabilidade das comunidades estudadas segundo os índices obtidos.

Fonte: UNDP (1998).

O índice varia de zero (nenhum desenvolvimento humano) a um (desenvolvimento humano total), conforme apresentado na Tabela 1.

4 | RESULTAOS E DISCUSSÃO

4.1 Índices de sustentabilidade dos agricultores

Os resultados dos Índices Individuais de Sustentabilidade (Iw) encontrados entre os agricultores variaram no intervalo de 0,422 a 0,734, como demonstrado na Tabela 2. A partir da classificação adotada, constatou-se que 59,1% das famílias extrativistas encontram-se numa situação de sustentabilidade média ou equilibrada. Para 40,9% dos agricultores registrou-se a sustentabilidade comprometida. Nessas condições, Magalhães (2014) afirma que o poder público, em conjunto com a sociedade, deve tomar as medidas necessárias para mitigar os problemas que fizeram o índice chegar à esse nível, e tentar tornar a atividade a mais sustentável possível.

Nº Ordem dos questionários	Índice Social	Índice Econômico	Índice Ambiental	Índice Geral
1	0,8800	0,6667	0,6190	0,734
2	0,9200	0,3889	0,6667	0,688
3	0,5600	0,4444	0,6667	0,563
4	0,7600	0,1667	0,6667	0,563
5	0,8000	0,5000	0,6190	0,656
6	0,5600	0,3333	0,4762	0,469
7	0,4400	0,6111	0,5714	0,531
8	0,5200	0,6667	0,5714	0,578
9	0,6400	0,2222	0,5714	0,500
10	0,5600	0,1111	0,5238	0,422
11	0,5200	0,2222	0,4762	0,422
12	0,5200	0,2222	0,5714	0,453
13	0,5600	0,2222	0,5714	0,469
14	0,6000	0,2222	0,6190	0,500
15	0,6000	0,2222	0,6667	0,516
16	0,6000	0,2778	0,4762	0,469
17	0,5200	0,1667	0,6190	0,453
18	0,5600	0,1667	0,6190	0,469
19	0,6000	0,2222	0,6190	0,500
20	0,7600	0,1111	0,6667	0,547
21	0,6400	0,1667	0,5714	0,484
22	0,6400	0,1667	0,6667	0,516

Índice de Sustentabilidade	0,6255	0,2955	0,5952	0,523
----------------------------	--------	--------	--------	-------

Tabela 2. Índices Individuais de Sustentabilidade (Iw) por agricultor pesquisado.

Fonte: Dados da pesquisa (2014).

Os agricultores que apresentaram os menores índices, 0,422 (famílias 10 e 11), são justamente de famílias com pouca participação em atividades coletivas, menor grau de instrução, que adotam medidas menos sustentáveis ambientalmente para produção em suas propriedades; afirmam não cuidar da árvore do cumbaru e recolhem todos os frutos, não se preocupam em deixar parte para reprodução, assim como não aplicam qualquer tratamento silvicultural em suas propriedades ou nas áreas de coleta.

Por outro lado, o maior resultado, 0,734, acontece na família (1), com indicadores que apontam para uma família política e socialmente ativa no município, membro de uma associação e da cooperativa, que frequenta as assembleias periódicas com o objetivo de manter-se atualizada, pois acreditam que essas reuniões podem trazer benefícios sociais.

O Índice Geral de Sustentabilidade (IS) das atividades desenvolvidas pelos agricultores analisados foi de 0,523, apontando para um grau médio de sustentabilidade nos termos da escala UNDP adaptada, conforme Figura 1.

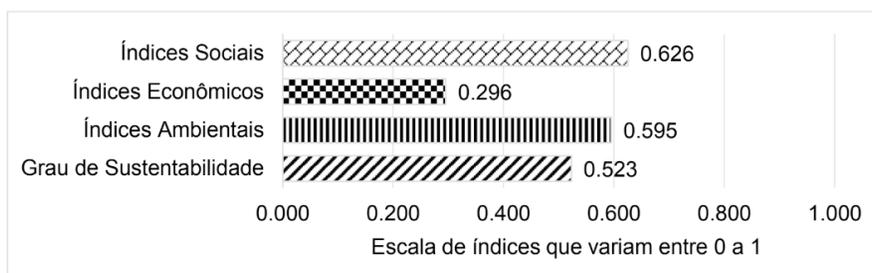


Figura 1. Índices de sustentabilidade (IS) da comunidade estudada por dimensão da sustentabilidade.

Fonte: Dados de pesquisa (2014).

A partir dos Índices de Sustentabilidade (IS) dimensionais dos agricultores foi possível comparar o desempenho das dimensões, observando os desequilíbrios existentes, assim como sugestões que visam fortalecer a atividade e permitam a consolidação do desenvolvimento sustentável.

O resultado do Índice Social de Sustentabilidade do conjunto de agricultores é médio (0,626), de acordo com a metodologia utilizada. Nessa dimensão, adotando-se como princípio a garantia do bem-estar da comunidade deve ser garantido, utilizou-se de indicadores para verificar se os agricultores possuem alguma forma de organização interna e com outras comunidades, assim como a avaliação de sua interação por meio de reuniões

e participação representativa, incluindo pareceres em projetos comunitários e a existência de alguma forma de resolução de conflitos.

Foi identificada a participação de 77% dos agricultores associados em alguma cooperativa ou associação. Dos entrevistados, 55% afirmam não ter participado de nenhuma reunião dessas entidades nos últimos doze meses. A participação em pouca atividade na comunidade foi de 63% do universo da pesquisa, mesmo acreditando ser um instrumento importante, que facilita o desenvolvimento social e econômico. O desafio é inserir esses atores sociais como agentes ativos nas tomadas de decisões que regulamentam políticas públicas do município. Segundo Santos (2007), é necessária a representatividade e participação social em espaços decisórios, na estruturação do poder de gestão local, a fim de discutir problemas que afetam o coletivo, ameaçam a sustentabilidade e que geram conflitos socioeconômicos e ambientais.

Quando questionados se a comunidade possui formas de resolver os conflitos internos que surgem com a exploração do cumbaru, relacionados ao uso, posse e propriedade dos recursos naturais, 66% responderam que não deslumbram formas de mediar a solução; outros 34% afirmaram que são solucionados mediante reuniões com proprietários de terras, associações civis, cooperativa e conselhos de municípios. Machado (2008) acredita que um sistema de gestão entre o grupo extrativista é uma boa estratégia para fazer a gestão comunitária de possíveis conflitos advindos da atividade.

Na análise de como está sendo garantido o bem-estar das pessoas, no quesito saúde e alimentação, utilizou-se de dois indicadores que verificaram se os produtos coletados na natureza proporcionam alimento para a família, e, também, a existência de esforços contínuos para diversificar e aumentar a capacidade do processo de agregação de valor. Os resultados indicam que 95% das famílias consomem quatro ou mais produtos oriundos da natureza, os mais citados: bocaiuva, pequi, cumbaru, mangaba, jatobá e marmelo. Esses frutos são comuns na comunidade e servem de alimentos tanto à população quanto aos animais.

Ao serem questionados sobre o tipo de beneficiamento que é feito no fruto do cumbaru antes da venda, 95% dos produtores responderam que coletam e extraem a amêndoa. Assim a agregação de valor ao produto ainda é deficiente na comunidade. Fazem-se necessárias iniciativas de capacitação por parte da comunidade interna, com o apoio das instituições que compõem a cadeia do cumbaru, da universidade e do poder público.

Na dimensão econômica foi avaliada, principalmente, a existência de mercados, assim como os subsídios, transporte e investimentos em infraestrutura. O índice que atingiu o menor valor entre os 22 agricultores familiares foi o econômico. Os valores dos Índices de Sustentabilidade de 86% dos agricultores são baixos, conforme Tabela 2. Esses valores retratam a realidade encontrada: 70% residem em comunidades de difícil acesso, principalmente em períodos de cheias. A infraestrutura disponibilizada pelo poder público

é deficiente.

Portanto, o índice econômico do conjunto de agricultores nessa dimensão, de acordo com a metodologia proposta, é baixo (0,295). Esse resultado mostra que da maneira em que se encontra, atualmente, em baixa escala, a atividade é pouco sustentável para geração de renda dos agricultores. Os rendimentos provenientes da exploração do cumbaru cobrem menos de 20% das despesas anuais das famílias. O mercado do cumbaru é incipiente, e 84% dos agricultores não conhecem o mercado da amêndoa. Quando questionados, 64% consideraram ruins ou péssimas as condições de acesso ao comércio.

Nesse sentido, além da produção da amêndoa, a comunidade deve pensar na agregação de valor e desenvolver novos produtos, com base no cumbaru, que possam fazer parte, por exemplo, do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) e do Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), do Governo Federal. É notável a ausência de publicidade e marketing para inserção do produto no mercado.

Ao serem questionados se o meio externo é favorável ao manejo florestal comunitário sustentável, verificando a infraestrutura e o transporte acessível à comunidade, 72,72% dos agricultores afirmaram que são necessárias melhores estradas e transportes para que as pessoas possam levar à cidade para vender seus produtos, evidenciando o nível de insatisfação dos entrevistados, visto que tais recursos são percebidos como ruins ou péssimos.

Para Magalhães (2011), isso ocorre pela ausência do Estado nestas localidades, a população rural explora os recursos e se ressentida da falta de escola, posto de saúde, assistência técnica, estradas e, principalmente, meios de transporte.

A dimensão ambiental surge do princípio de que o ambiente deve ser utilizado de maneira que a saúde da floresta esteja garantida para as próximas gerações. O índice dessa dimensão apresentou resultado médio (0,595), com uso do indicador que determina a forma ideal de como devem ser utilizados os recursos naturais para que haja desenvolvimento sustentável.

Sendo assim, nas propriedades pesquisadas verificou-se que não há plantio de sementes para a produção de mudas. Também não utilizam qualquer trato cultural que favoreça o desenvolvimento vegetativo, produtivo e a vitalidade para obtenção de produtividade e produto de boa qualidade. A regeneração, portanto, é natural. No entanto, 55% dos agricultores afirmam cuidar das árvores de cumbaru em suas propriedades e adotam técnicas de coleta de baixo impacto.

Apesar de nenhuma família nunca ter recebido, em sua propriedade, um técnico que orientasse sobre a exploração de PFNMs, as práticas de colheita para a espécie são compatíveis com seu potencial produtivo, quando 72,7% dos agricultores afirmaram deixar de coletar a proporção de mais de 20% dos frutos na safra para os animais se alimentarem e para a reprodução da espécie. A solução pode ser reunião com a comunidade, a fim de definir técnicas e critérios de exploração, visando assegurar a sustentabilidade da atividade.

Segundo Enriquez (2008), o apoio da esfera institucional (apoio técnico, cultura, tradições, leis, regulação) é determinante para a trajetória do produto, desde o insumo até o mercado.

Dos agricultores pesquisados, 14% apresentaram resultados com índices de sustentabilidade ambiental baixo, e 86% médio. Esses resultados demonstram que é possível manter a atividade extrativista de forma sustentável, podendo, ainda, adotar medidas que aumentem a sustentabilidade, como rotação da exploração, mudando as áreas de coleta de uma safra para a outra, e limitação da coleta a uma determinada proporção, para permitir a conservação de parte dos recursos para regeneração da espécie.

Na pesquisa, foram entrevistados representantes de quatro instituições, sendo: uma cooperativa, uma associação civil e duas empresas individuais, uma delas em Cuiabá, MT. Os ramos de atividades da cooperativa e da associação são alimentícios, e das empresas individuais são artesanatos e produtos da terra, como pequi, doces e amêndoas.

A cooperativa e a associação adquirem a amêndoa do cumbaru crua das famílias de agricultores, enquanto as outras duas empresas compram as amêndoas processadas e embaladas da cooperativa e da associação. O canal de distribuição é a venda direta ao consumidor, exceto a cooperativa, que também distribui via atacado.

4.2 Índices de sustentabilidade das instituições

Quanto às instituições, o Índice Individual de Sustentabilidade (Iw) mais alto (0,724), conforme pode-se visualizar na Figura 2, foi de uma instituição fundada em 1995, que processa a maior parte das amêndoas comercializadas na região em sua forma torrada e salgada. Essa empresa influencia a política e o social da comunidade com iniciativas na conservação da biodiversidade, com ações em conjunto com pesquisadores, o que estimula os associados a se dedicarem à produção e ao beneficiamento da amêndoa de cumbaru.

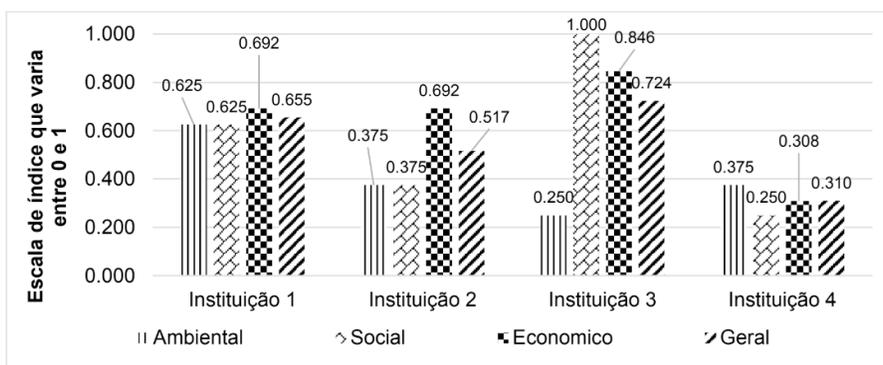


Figura 2. Índice Individual de Sustentabilidade (Iw) das instituições, por dimensão da sustentabilidade, em 2014.

Fonte: Dados de pesquisa (2014).

O Iw mais baixo (0,310) foi de uma microempresa que atua no varejo, na atividade de artesanatos criados pela população local, camisetas, quadros e também produtos, como doces e castanhas. O público-alvo é composto principalmente de turistas. Essa instituição está ativa há menos de dois anos e conta com quatro colaboradores. Afirma utilizar matéria-prima oriunda de manejo sustentável de produtos do Cerrado, portanto, não monitora os impactos ambientais nem exige que seus fornecedores coletem a matéria-prima de acordo com as normas ambientais.

Os valores calculados para os Índices de Sustentabilidade das instituições (IS) ambiental, social e econômico, respectivamente, foram: 0,406, 0,563, 0,635. Nesse sentido, nota-se que o maior desempenho foi o índice econômico, e o menor, o índice ambiental, conforme Figura 3.

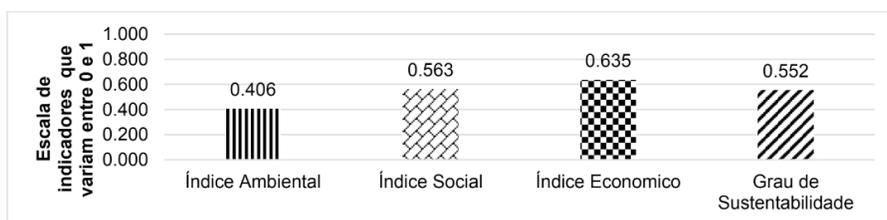


Figura 3. Índice de Sustentabilidade (IS) das instituições por dimensão da sustentabilidade.

Fonte: Dados de pesquisa (2014).

As análises dos índices mostram a preocupação predominante das instituições com a sustentabilidade econômica, apresentando o maior índice de sustentabilidade, e em menor intensidade, nas dimensões sociais e ambientais.

O índice maior de sustentabilidade da dimensão econômica pode se justificar pelo motivo de que as instituições acreditam que seu desempenho econômico-financeiro, como receita, lucro, faturamento e investimentos, esteve em crescimento nos últimos 24 meses em 50% das entrevistadas. Do mesmo modo, 75% das instituições afirmam adotar ações corretivas e preventivas em suas atividades, e estratégias para viabilizar maiores resultados.

A dimensão ambiental apresenta menor IS com grau baixo. Percebe-se que as instituições não dispõem de procedimentos, em suas atividades, que mensurem e mitiguem os impactos no meio ambiente. Outro fator é a deficiência de tecnologia para o aproveitamento integral dos frutos, sendo esse um fator que ajuda a diminuir o índice, tendo em vista o não aproveitamento do endocarpo lenhoso dos frutos, que é descartado na natureza e poderia estar produzindo, por exemplo, carvão vegetal ou outro subproduto.

Segundo Enriquez (2008), as instituições devem ter a clareza de que é necessário haver programa de educação ambiental que melhore a conscientização dos moradores,

em especial, das crianças e dos adolescentes que estão em fase de formação, sobre o ambiente. Nesse sentido, as instituições estão adotando ações sustentáveis. 50% afirmam exigir de seus fornecedores a matéria-prima de acordo com as normas ambientais e adotam orientação e informação sobre o uso sustentável dos produtos da biodiversidade.

O Índice de Sustentabilidade geral (IS) das instituições apresentou grau de sustentabilidade médio, com o valor de 0,552, de acordo com os critérios do UNDP (1998). Acredita-se na necessidade de uma harmonização concomitante entre três dimensões apresentadas, como uma forma para as instituições buscarem o desenvolvimento sustentável.

Vale notar que a sustentabilidade é resultado da eficiência econômica, justiça social e cautela ecológica e implica numa relação harmoniosa entre o ser humano e o meio ambiente, garantindo os benefícios dos recursos naturais na atualidade e no futuro (MACIEL et al., 2010).

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve o objetivo de verificar a sustentabilidade socioeconômica e ambiental do extrativismo do cumbaru no município mato-grossense de Poconé.

A análise demonstrou que os agricultores apresentam grau médio de sustentabilidade social, com índice de 0,626. Foi observado, no decorrer do trabalho, que a atividade possibilita a melhor alimentação e condição de vida para os agricultores, além de promover a justiça social, por ser uma atividade que utiliza mão-de-obra familiar, possibilitando a permanência dos agricultores e de seus familiares no campo, e amenizando externalidades negativas, como o êxodo rural. Cabe ressaltar que, a partir do momento em que os produtores vão se organizando em forma de associações e cooperativas e realizando treinamentos, tendem a aumentar a organização e, conseqüentemente, a sustentabilidade financeira.

A análise da dimensão econômica do conjunto de agricultores apresentou índice de 0,295, considerado, pela metodologia proposta, grau baixo de sustentabilidade na geração de renda dos agricultores. Portanto, a atividade é uma fonte alternativa de renda de baixo custo que contribui para pagamento de parte de suas despesas. Se a atividade for consolidada, esta pode contribuir para o aumento dos rendimentos familiares.

A análise da dimensão ambiental da atividade de exploração do cumbaru desenvolvida pelos agricultores apresentou índice 0,595, considerado como grau médio de sustentabilidade. Esse resultado demonstra que é possível manter a atividade extrativista de forma sustentável, uma vez que os agricultores não utilizam toda a produção, deixando parte na natureza, e pela importância na manutenção da floresta em pé, apropriando novas tecnologias e criação de subprodutos da biodiversidade.

Quanto às instituições/cooperativas/associações, percebeu-se preocupação predominante com a sustentabilidade econômica em obtenção de lucros, e em menor

intensidade, nas dimensões social e ambiental, antagônico ao índice de sustentabilidade dos agricultores familiares, que apresentaram menor índice econômico. O maior resultado econômico justifica-se pelo fato de as instituições terem aprendido a agregar valor aos produtos e a adotar estratégias que viabilizem melhores resultados.

Apesar de a atividade de exploração do cumbaru não apresentar equilíbrio entre as dimensões porque sua extração ainda está em desenvolvimento, à medida que a atividade for se consolidando, há uma tendência de harmonia entre as diferentes dimensões da sustentabilidade. É necessário contar com instrumentos que promovam a sustentabilidade econômica para os agricultores e sustentabilidade ambiental para as instituições, desenvolvendo o crescimento de suas economias, sem destruir o meio ambiente, prejudicar a qualidade de vida, ou sacrificar o bem-estar das gerações futuras.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C.E.B.; SANO, S.M.; RIBEIRO, J.F. **Cerrado**: espécies vegetais úteis. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 464 p.

ARAKAKI, A. H.; SCHEIDT, G. N.; PORTELLA, E. J. A.; COSTA, R. B. O baru (*Dipteryx alata* Vog.) como alternativa de sustentabilidade em área de fragmento florestal do Cerrado, no Mato Grosso do Sul. **Interações**, Campo Grande, v. 10, n. 1, p. 31-39, jan./jun. 2009.

BARBIERI, J. C. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. São Paulo: Saraiva, 2004.

BARRETO, R. C. S. Políticas públicas e o desenvolvimento rural sustentabilidade no Estado do Ceará: estudo de caso. 2004. 77 f. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, UFC/CCA/DEA, 2004.

BELLEN, H. M. V. Desenvolvimento sustentável: uma descrição das principais ferramentas de avaliação. **Ambiente e sociedade**, v. 7, n. 1, Campinas, jan/jun.2004.

BELLEN, H. M. V. **Indicadores de sustentabilidade**: uma análise comparativa. Rio de Janeiro: E. FGV, 2005.

BELLEN, H. M. V. **Indicadores de sustentabilidade**: uma análise comparativa/ Hans Michael van Bellen. Reimpressão - 2 ed., Rio de Janeiro: Editora Fundação Getúlio Vargas (FGV), 2007, 253p.

BOSSEL, H. **Indicators for sustainable development**: theory, method, applications: a report to the balaton group. Winnipeg: IISD, 1999.

BRUNDTLAN, G. H. **Sustainable development in a post-Brundtland world. Commission on Environment and Development**. Universidade de Oxford. Nova Iorque, 1987. Disponível em: <<http://ambiente.files.wordpress.com/2011/03/brundtland-report-our-common-future.pdf>>. Acesso em: 06 set. 2013.

DONELLA H. **Meadows, limits to growth: a report for the club of rome's project on the predicament of mankind**, New American Library, 1977. Disponível em: <<http://www.donellameadows.org/wp-content/userfiles/Limits-to-Growth-digital-scan-version.pdf>>. Acesso em 06 set. 2013.

ENRIQUEZ, G. E. V. **Desafios da sustentabilidade da Amazônia: biodiversidade, cadeias produtivas e comunidades extrativistas integradas**. 2008. 460 f. Tese (Doutorado em desenvolvimento sustentável) – Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

FERNANDES, I. M.; SIGNOR, C. A.; PENHA, J. **Biodiversidade do Pantanal de Poconé**. Cuiabá: Centro de Pesquisas do Pantanal, 2010. 197p.

GODOY, R. M. et al. Juventude rural, envelhecimento e o papel da aposentadoria no meio rural: a realidade do município de Santa Rosa/RS. **Universidade Federal de Santa Maria**, Santa Maria, 2010.

HOLLING, C. S. (Ed.) **Adaptive environmental assessment and management**. Chichester: John Wiley & Sons Ltd., 1978.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Atlas do censo demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=264529>> acesso em: 06 set. 2013.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores de desenvolvimento sustentável – Brasil 2012**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursos_naturais/indicadores_desenvolvimento_sustentavel/2012/ids2012.pdf> acesso em: 06 set. 2013.

LIMA, H. C.; KHAN, A.; PASSOS, A. T. B. Reforma agrária solidária e qualidade de vida dos beneficiários no estado do Ceará. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 39, n. 4, p. 93-117, out/dez. 2001.

LIMA, H.C. **Dipteryx in lista de espécies da flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB029628>, acessado em: 11 jun. 2013.

MACHADO, F. S. **Manejo de produtos florestais não madeireiros**: um manual com sugestões para o manejo participativo em comunidades da Amazônia. Rio Branco, Acre: PESACRE; CIFOR, 2008.

MAGALHÃES, R. M. **Obstáculos à exploração do cumbaru (*Dipteryx alata* Vog.) no Cerrado goiano**: sustentabilidade comprometida? 2011. 241 f. Tese (Doutorado em Política e gestão ambiental) – Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

MAGALHÃES, R. M. A cadeia produtiva da amêndoa do baru (*Dipteryx alata* Vog.) no Cerrado: uma análise da sustentabilidade da sua exploração. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 3, p. 665-676, jul.-set., 2014.

MAGRINI, A. (Org). Livro verde da avaliação ambiental estratégica do Pantanal. [Brasília]: **MMA; UEMS; UNEMAT; PNUD; FAPEMS**, 2008. 241 p.

MARZALL, K. **Indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas**. Porto Alegre, 1999. 208 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

- MARZALL, K.; ALMEIDA, J. Parâmetros e indicadores de sustentabilidade na agricultura: limites, potencialidades e significado no contexto do desenvolvimento rural. **Extensão Rural**, DEAER/CPGER-CCR-UFSM, n.5, 1998. p.25-38.
- MARZALL, K.; ALMEIDA, J. Indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas Estado da arte, limites e potencialidades de uma nova ferramenta para avaliar o desenvolvimento sustentável. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v.17, n.1, p.41-59, jan./abr. 2000.
- MEADOWS, D. H.; RANDERS, J.; BEHRENS III, W. **Limites do Crescimento**: um relatório para o projeto do Clube de Roma sobre o dilema da humanidade. São Paulo: Editora Perspectiva, 1977.
- MELO, A. S. S. de A. Economia dos recursos naturais e seus indicadores de escassez: uma questão de sustentabilidade. **Análise Econômica**, Porto Alegre, vol.23, n. 44, set. 2005.
- MELO, A. X. de. **Comportamento estratégico dos agentes produtivos da cadeia produtiva do peixe na região de Dourados – MS**. 2008. 240 f. Dissertações (Mestrado) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2008.
- MELO, A. X.; CUNHA, V. P.; MELO, S. A. B. X.; TRELHA, I. M.; OLIVEIRA, F. L. L. Estratégias da produção de tomate em Mato Grosso. In: **Congresso internacional de Administração**. Ponta Grossa, 2012.
- OLIVEIRA, G. B. de. Uma discussão sobre o conceito de desenvolvimento. **Rev. FAE**, Curitiba, v.5, n.2, p. 37-48, maio/ago. 2002.
- OLIVEIRA, W. L.; SCARIOT, A. **Boas práticas de manejo para o extrativismo sustentável do pequi**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2010. 84p.
- OSTROVSKI, D.; PASSOS, M. M. Indicadores do desenvolvimento sustentável. **Revista Eletrônica Científica Inovação e Tecnologia**, Curitiba, v.1, n. 5, 2012.
- PAES-DE-SOUZA, M.; SILVA, T. N.; PEDROZO, E. A.; SOUZA FILHO, T. A. O produto florestal não madeirável (PFNM) Amazônico açaí nativo: proposição de uma organização social baseada na lógica de cadeia e rede para potencializar a exploração local. **Revista de Administração e Negócios da Amazônia**, v. 3, n. 2, mai/ago. 2011.
- PIMENTEL, N. **Processo produtivo para o aproveitamento dos produtos florestais não-madeireiros do baru (*Dipteryx alata* Vog.)**. 2008. 107p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade de Brasília, Brasília, 2008.
- PINDICK, R. S.; RUNBIFELD, D. L. **Microeconomia**. 5. ed. São Paulo: Prentice Hall. 2002.
- PNUD. Brasil. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Desenvolvimento Humano e IDH**. 2013. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/idh/>>. Acesso em: 01 out. 2014.
- PIO CORRÊA, M. **Dicionário das plantas úteis do Brasil**. Rio de Janeiro, v. 2, p. 707, 1984.
- POTT, A.; POTT, V. J. **Plantas do Pantanal**. Corumbá, MS: EMBRAPA-SPI, 1994.

QUIROGA, R. Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas. Santiago do Chile: CEPAL, 2001. (Serie Manuales n.16) In: RITCHIE, Bill; MCDUGALL, Cynthia; HAGGITH, Mandy; OLIVEIRA, Nicolette B. de. **Critérios e indicadores de sustentabilidade em florestas manejadas por comunidades: um guia introdutório.** Jakarta: CIFOR, 2001. 124 p.

RABELO, L. S. **Indicadores de sustentabilidade: uma sequência metodológica para a mensuração do progresso ao Desenvolvimento Sustentável.** 2007. 158 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

RIBEIRO, W. C. Desenvolvimento sustentável e segurança ambiental global. **Revista bibliográfica de geografia y ciencias sociales.** Disponível em: < <http://www.ub.edu/geocrit/b3w-312.htm>>.

RITCHIE, B.; McDougall, C.; Haggith, M.; Oliveira, N. B. **Critérios e indicadores de sustentabilidade em florestas manejadas por comunidades: um guia introdutório.** Jakarta: CIFOR, 2001. 124 p.

SACHS, I. **Ecodesenvolvimento: crescer sem destruir.** São Paulo: Vértice, 1986.

SACHS, I. **Estratégias de transição para o século XXI: desenvolvimento e meio ambiente.** São Paulo: Studio Nobel: Fundação do desenvolvimento administrativo (FUNDAPE), 1993.

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

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável.** [s.l.]: Ed. Garamond, 2006.

SACHS, I. **Rumo à Ecosocioeconomia – teoria e prática do desenvolvimento.** São Paulo: Cortez Editora, 2007.

SAMPAIO, M. B. **Boas práticas de manejo para o extrativismo sustentável do buriti.** Brasília: ISPN; Embrapa, 2011.

SANO, S.; RIBEIRO, J.; BRITO, M. **Baru: biologia e uso.** Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. 52p. (Série Documentos).

SANTOS, E. V. P. **Diálogos, práticas e espaços participativos: a participação da comunidade da reserva extrativista Cazumbá-Iracema/Acre no programa Biodiversidade Brasil-Itália.** 2007.139 f. Dissertações (Mestrado em Ciências em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

SILVA, C. E.; HOLANDA, F. S. R. Indicadores de sustentabilidade para avaliação de agroecossistemas extrativistas: o caso da Aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) no Baixo São Francisco, Brasil. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 9, n. 1, p. 15-36, 2010.

SILVA, C. A.; SOUZA FILHO, H .M. Guidelines for rapid appraisals of agrofood chain performance in developing countries. Roma: FAO, 2007. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/010/a1475e/a1475e00.htm>> Acesso em: 11 jun. 2014.

SOUZA, O. R. de; NASSER, V. L.; SOARES, A. R. F. Contribuição da castanha do baru como fonte de renda para família extrativista do município de Orizona em Goiás. IBEAS – **Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 4., Salvador, 2013.

TOGASHI, M. **Composição e caracterização química e nutricional do fruto do baru (*Dipteryx alata Vog.*)** 1993. 119 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Nutrição). Campinas: Universidade Estadual de Campinas; 1993.

UNITED NATIONS/UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME – UNDP. **Human development report 1998**. New York, Oxford: Oxford University Press, 1998. 228 p. Disponível em <http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/agenda21.pdf>. Acesso em 12 maio de 2013.

VIEIRA, M.I. La participación de la mujer em las viviendas rurales por ayuda mutua: experiencias de desarrollo. In: PRESVELOU, C.; ALMEIDA, F. R.; ALMEIDA, J. A. (Org.). **Mulher, família e desenvolvimento rural**, Santa Maria/RS: UFSM, 1996.

WHA. WORLD HEALTH ASSOCIATION. Division of Mental Health. Qualitative Research for Health Programmes. Geneva: **WHA**, 1994. Disponível em: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/62315/1/WHO_MNH_PSF_94.3.pdf>. Acesso em 12 maio de 2013.

A IMPORTÂNCIA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS PARA O ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL, BRASIL

Data de aceite: 01/07/2021

Data de submissão: 02/05/2021

Sandra Garcia Gabas

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Geografia
Campo Grande – MS
<http://lattes.cnpq.br/9791605657566596>

Giancarlo Lastoria

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Geografia
Campo Grande – MS
<http://lattes.cnpq.br/9079481474157866>

Denise Aguenta Uechi

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Geografia
Campo Grande – MS
<http://lattes.cnpq.br/1926685427508498>

Guilherme Henrique Cavazzana

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Geografia
Campo Grande – MS
<http://lattes.cnpq.br/0755282331375818>

RESUMO: O suprimento de água para o abastecimento público no Estado de Mato Grosso do Sul, tem uma importante contribuição das águas subterrâneas, nas regiões da Bacia Hidrográfica do Rio Paraná e do Rio Paraguai.

O abastecimento privado também é feito predominantemente a partir do manancial subterrâneo, nas cidades e na zona rural. Projetos de assentamento rural e comunidades indígenas, são também prioritariamente supridos pelo manancial subterrâneo. Uma revisão da hidrogeologia do Estado foi efetuada com base em mapa geológico elaborado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais em 2006 e em relatórios de poços coletados em empresas públicas e privadas. Os dados obtidos foram organizados em sistemas aquíferos, considerando-se as características litoestratigráficas e hidráulicas das unidades de rochas mapeadas na escala 1:1.000.000. Foram definidos oito domínios hidrogeológicos, cinco porosos, dois fraturados e um cárstico, todos utilizados como fonte de captação em sistemas de abastecimento de água, incluindo importantes atividades econômicas, como indústrias e agroindústrias. Esta água, de maneira geral, é de boa qualidade, embora não haja estudo hidroquímico detalhado dos sistemas aquíferos considerados. Ressalta-se, no entanto, a necessidade de realização de mapeamento hidrogeológico em maior escala para subsidiar o efetivo gerenciamento das águas subterrâneas do Estado, ao tempo em que são apresentadas informações disponíveis da sua hidroquímica e hidrologia subterrânea.

PALAVRAS-CHAVE: Hidrogeologia regional; Mato Grosso do Sul; potencialidade dos aquíferos.

THE IMPORTANCE OF THE GROUNDWATERS FOR THE STATE OF MATO GROSSO DO SUL, BRAZIL

ABSTRACT: The state of Mato Grosso do Sul has not hydrogeological studies in compatible scale to managing their groundwater resources. The supply of water for public systems has an important groundwater contribution, 56, 5% in the Paraná River Basin and 34.8% in the Paraguay River Basin. Private provision is also made predominantly from this manancial, but it is difficult to quantify because there is no users' register. A review of the hydrogeology of the state was carried out based on updated geological map and reports on wells collected in public and private companies. Data were organized into aquifers, considering the lithostratigraphic and hydraulic characteristics of the rock groups from the geological map, scale 1:1,000,000. Eight aquifer system were defined, five of them are porous aquifer, two are fractured aquifer and one is a karst one, all used as source of water in public systems and private sectors, including major economic activities such as industries and agribusinesses. This water, in general, has good quality, although there is no detailed hydrochemical study of the aquifers. However, the effective management of groundwater in the state could only be possible if larger-scale hydrogeological mapping is conducted as well as groundwater hydrology and hydrochemistry studies.

KEYWORDS: Regional hydrogeology; Mato Grosso do Sul; aquifers potentiality.

1 | INTRODUÇÃO

O Estado de Mato Grosso do Sul possui área de 357.124,962 km² e população estimada de 2.809.394 (IBGE, 2020).

Dos 79 municípios do Estado, 69 são abastecidos, parcial ou integralmente, por água subterrânea. Dentre estes, 48 situam-se na porção leste do Estado (Bacia Hidrográfica do Paraná) e 21 na porção oeste (Bacia do Paraguai). Em termos percentuais de volume de água retirada, os municípios da bacia do Paraná retiram 56,5% de toda a água subterrânea explorada e na bacia do Paraguai, 34,8%. Com relação ao volume total de água retirada para abastecimento público no Estado, 52,7% provem do manancial subterrâneo (SEMAC, 2010).

Embora a vocação tradicional da economia de Mato Grosso do Sul seja a agropecuária, onde a agricultura não é centrada na produção irrigada com captação nos mananciais subterrâneos, nos últimos anos vem ocorrendo importantes transformações no quadro econômico, com o incremento de agroindústrias (usinas de açúcar e álcool, cadeia da carne e celulose), além da mineração, praticamente todos consumidores de água subterrânea.

2 | HIDROGRAFIA

A rede hidrográfica do Estado de Mato Grosso do Sul compreende duas grandes bacias hidrográficas, a do rio Paraná, na porção oriental do Estado, e a do rio Paraguai, na

porção ocidental. O divisor de águas das duas bacias possui direção aproximada NE/SW, sustentado por rochas da Bacia Sedimentar do Paraná, sendo os basaltos da Formação Serra Geral, as rochas aflorantes na Serra de Maracajú, a oeste de Campo Grande em direção ao sul do Estado, os arenitos da Formação Aquidauana, na Serra de Aquidauana, os arenitos da Formação Furnas, na Serra do Pantanal, a oeste de Rio Verde, Pedro Gomes e Sonora (MATO GROSSO DO SUL/SEPLAN, 1990; Fulfaro e Perinotto, 1994). A Bacia Hidrográfica do rio Paraná ocupa 47,46% da área do Estado, contendo nove sub-bacias, destacando-se os afluentes Aporé, Sucuriú, Verde, Pardo, Ivinhema, Amambai e Iguatemi. A Bacia Hidrográfica do rio Paraguai contém seis sub-bacias, que ocupam 52,54% da área do Estado, destacando-se os rios Correntes, Taquari, Miranda e Apa.

3 | BASE DE DADOS

Este trabalho foi desenvolvido a partir do mapa geológico do Estado de Mato Grosso do Sul, publicado pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2006), com base na proposta de classificação de aquíferos feita por Lastoria (1995), no estudo hidrogeológico efetuado por SANESUL/TAHAL (1998), em informações publicadas em artigos científicos e teses e de conhecimento de campo, complementado com dados de poços obtidos em empresas privadas de perfuração, especialmente a HIDROSOMAT Ltda., de Campo Grande-MS.

Adicionalmente, foram consideradas as informações de poços tubulares perfurados obtidas nas empresas de saneamento que operam no Estado, tais como a Empresa de Saneamento do Estado de Mato Grosso do Sul-SANESUL a concessionária do município de Campo Grande, ÁGUAS GUARIROBA S.A. e os serviços autônomos de nove municípios não atendidos pela empresa estatal, bem como dados de poços tubulares outorgados pelo Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul-IMASUL da Fundação Nacional de Saúde-FUNASA e do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária-INCRA.

As informações sobre poços tubulares processadas para o Plano Estadual de Recursos Hídricos de Mato Grosso do Sul (PERH-MS), contabilizaram 1.461 poços (SEMAC, 2010). Ressalta-se que há um grande número de poços perfurados que não foram contabilizados. Isto ficou evidente em levantamento realizado de poços tubulares para a Bacia do rio Miranda, no qual foram contabilizados 550 poços existentes somente nesta bacia.

Até o mês de setembro de 2019, o IMASUL tinha cadastrado mais de 6500 pedidos de outorga para águas subterrâneas, dos quais aproximadamente 30% são considerados de uso insignificante (vazão até 600 m³/mês)

4 | UNIDADES HIDROESTRATIGRÁFICAS

Segundo Seaber (1988), unidade hidroestratigráfica é um “corpo rochoso distinguido

e caracterizado por sua porosidade e permeabilidade”, conceito utilizado por Paula e Silva *et al.* (2005) para a definição da hidroestratigrafia do Grupo Bauru no Estado de São Paulo.

A definição de unidades hidroestratigráficas em escala regional deve envolver conceitos estratigráficos, visando à definição do arcabouço conceitual dos depósitos; mapeamento de subsuperfície, com testemunhos de sondagens e perfis geofísicos para a identificação das litofácies; testes de laboratório em amostras de aquíferos e aquitardos, testes de bombeamento destas unidades para a determinação de suas características hidrodinâmicas (Paula e Silva *et al.*, 2005).

Segundo Struckmeier e Margat (1995), os mapas hidrogeológicos devem evoluir a partir de informações geológicas, topográficas e climáticas, em mapas hidrogeológicos gerais, informativos ou profissionais, até mapas especializados, como mapas de fluxo subterrâneo, de vulnerabilidade e de proteção das águas subterrâneas. No caso de Mato Grosso do Sul não existem informações geológicas em escala de detalhe para todo o Estado, nem tampouco perfis geofísicos padronizados e testemunhos de sondagem, sendo, portanto, viável a formulação de mapas de pequena escala, com caráter informativo para fins educacionais e de planejamento (Mente, 2008).

Neste trabalho, foram consideradas a geologia e a estratigrafia definidas por CPRM (2006) e as características hidrodinâmicas dos poços tubulares inventariados para o estudo hidrogeológico (SANESUL/TAHAL, 1998), para o Plano Estadual de Recursos Hídricos (SEMAC, 2010) e para a bacia do rio Miranda. Não foram efetuados testes de laboratório e de bombeamento; alguns dados referentes aos testes de bombeamento foram adquiridos de testes efetuados em poços instalados pelas empresas SANESUL e ÁGUAS GUARIROBA S.A.

Para a definição das unidades hidroestratigráficas do Estado, foram consideradas as formações geológicas e seus parâmetros hidráulicos, com base em informações de poços tubulares perfurados.

De acordo com a litoestratigrafia de superfície (CPRM, 2006) e suas propriedades hidráulicas, Mato Grosso do Sul apresenta oito unidades hidroestratigráficas (Figura 1), assim denominadas: Sistema Aquífero Cenozóico (SAC); Sistema Aquífero Bauru (SAB); Sistema Aquífero Serra Geral (SASG); Sistema Aquífero Guarani (SAG); Sistema Aquífero Aquidauana-Ponta Grossa (SAAP); Sistema Aquífero Furnas (SAF); Sistema Aquífero Pré-cambriano Calcários (SAPCC) e Sistema Aquífero Pré-cambriano (SAP) (SEMAC, 2010).

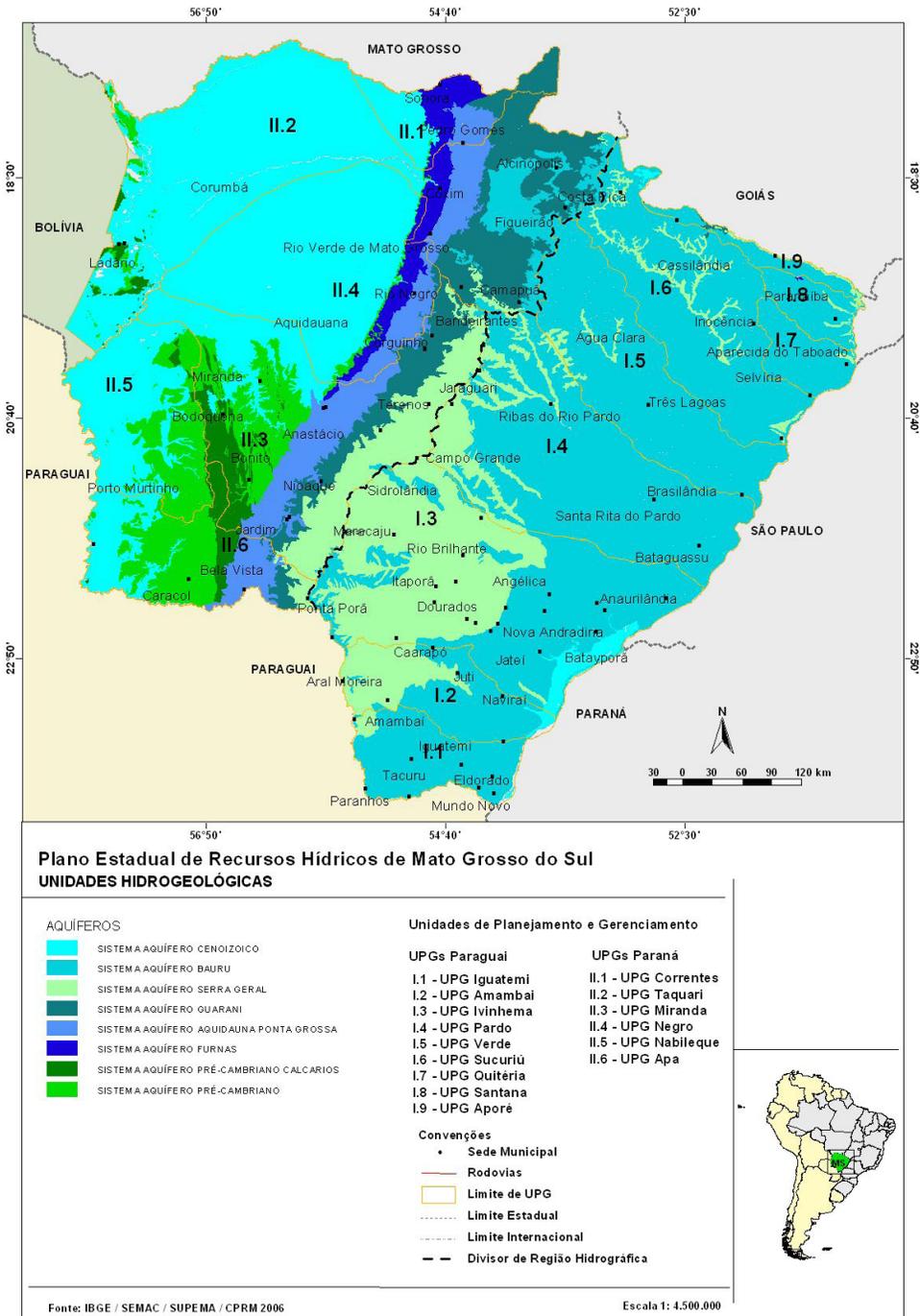


Figura 1 – Sistemas Aquíferos do Estado de Mato Grosso do Sul.

Fonte: SEMAC, 2010.

Em relação à hidroquímica das águas subterrâneas do Estado, não existem estudos hidroquímicos regionais, nem, tão pouco, o monitoramento de qualidade da água. Estudos focados em alguns aquíferos foram descritos por Lastoria (2002), para o Aquífero Serra Geral, por Castelo Branco Filho (2005), para o Aquífero Cenozóico e por Gastmans (2007), para o Aquífero Guarani. Em levantamento hidrogeológico de todo o Estado (SANESUL/TAHAL, 1998), foram compiladas por aquífero as análises físico-químicas de 200 poços da SANESUL; porém como menos de 10% apresentavam análise com todos os parâmetros, não foi possível a classificação hidroquímica dos aquíferos. Foi avaliado somente o valor de pH.

Descrevem-se, a seguir, as principais características dos sistemas aquíferos mencionados.

4.1 Sistema Aquífero Cenozóico (SAC)

O Sistema Aquífero Cenozóico é um aquífero poroso e livre; compreende, principalmente, os sedimentos da Bacia do Pantanal e de depósitos aluvionares recentes como, por exemplo, nas margens do Rio Paraná. No caso da Bacia do Pantanal, predominam sedimentos arenosos finos, pouco compactados. Nos sedimentos do Rio Paraná, ocorrem principalmente areia grossa e cascalho.

A origem da Bacia do Pantanal, bem como os processos aluvionares relacionados aos seus depósitos, têm sido discutidos por alguns autores (Ussami *et al.*, 1999; Shozo e Ussami, 2001; Soares *et al.*, 2003; Assine, 2004; Assine *et al.* 2004; Assine *et al.*, 2009). Alguns compartimentos e depósitos da bacia foram estudados em detalhe, como as lagoas e as salinas da Nhecolândia (Barbiero *et al.*, 2002, 2008; Almeida *et al.*, 2009), os quais avaliam a participação da água subterrânea na dinâmica das lagoas, porém não possuem um enfoque hidrogeológico. Um estudo hidrogeológico de uma porção da Nhecolândia foi feito por Castelo Branco Filho (2005).

Este sistema é o principal manancial de água na bacia pantaneira, embora não exista o cadastro de usuários e o maior município, Corumbá, faça captação de água superficial para abastecimento público. O aquífero abastece a demanda da maioria das fazendas da planície, cuja principal atividade econômica é a pecuária. Poucas propriedades utilizam água das baías, lagoas típicas da paisagem pantaneira com água doce, tendo em vista que a maioria delas seca em estiagem prolongada.

Informações de poços perfurados pelo antigo Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS), indicam a existência de 32 poços tubulares neste sistema (2,3% dos poços cadastrados no Estado), essencialmente na zona rural. A profundidade média desses poços é de 47 m, com vazão média de aproximadamente 18 m³/h.

Em levantamento efetuado na Bacia Hidrográfica do Rio Miranda, identificou-se a presença de 31 poços somente nesta Bacia, com profundidades e vazões médias de, respectivamente, 50 m e 7,7 m³/h. Estes dados de vazões encontram-se dentro do

intervalo, de 0,13 a 30 m³/h, reportado por Rebouças e Lastoria (1989) para o aquífero em toda a Bacia Sedimentar do Pantanal.

Dados de transmissividades de 0,1 m²/d a 864 m²/d para o SAC na bacia do Rio Negro são descritos por Castelo Branco Filho (2005). Em relação ao fluxo subterrâneo, possui a direção geral de leste para oeste, com inclinação para sudoeste, em direção ao rio Paraguai, com um importante divisor de águas, o rio Taquari, sendo este um rio influente (Brasil, 1997b), com gradiente hidráulico de 36 cm/km (Castelo Branco Filho, 2005).

Em relação a hidroquímica, as águas caracterizam-se por serem, predominantemente, bicarbonatada sódica, sendo algumas bicarbonatadas mistas e, localmente, cloretada sódica. A classificação geral das águas é considerada como Na⁺>Ca²⁺>Mg²⁺ e HCO₃²⁻>Cl⁻>SO₄²⁻. Normalmente, são águas brandas, ocorrendo alguns poços com água dura (Castelo Branco Filho, 2005).

4.2 Sistema Aquífero Bauru (SAB)

Os depósitos cretáceos da Bacia Sedimentar do Paraná foram estudados por Perinoto (1997), Fernandes e Coimbra (2000), Fernandes (2002; 2010) e Batezelli *et al.* (2006) e Batezelli (2010). Contudo, tais estudos referem-se principalmente às áreas de afloramento desses depósitos nos estados de São Paulo, sul de Minas Gerais e Goiás. Em publicação da geologia de Mato Grosso do Sul, CPRM (2006) considera os grupos Caiuá e Bauru.

Para o Grupo Caiuá, embora nos estados vizinhos são descritos afloramentos das Formações Goio-Erê, Rio Paraná e Santo Anastácio, somente a Formação Santo Anastácio ocorre em Mato Grosso do Sul, na porção nordeste do Estado. Esta formação apresenta distribuição irregular no Estado, ocorrendo principalmente a nordeste, em aproximadamente 32.400 km², no município de Costa Rica e a sul, no município de Santa Rita do Pardo. São arenitos muito finos a médios, pouco argilosos, com escassas estruturas sedimentares. É interpretado como tendo sido formada em ambiente fluvial meandrante a entrelaçado. No Estado, são descritos arenitos marrom avermelhados, finos a médios, mal selecionados, maciços, friáveis ou silicificados, com raras intercalações de argilito.

Em relação ao Grupo Bauru, afloram rochas das Formações Vale do Rio do Peixe e Marília. A Formação Vale do Rio do Peixe apresenta distribuição irregular no Estado, ocorrendo nos municípios de Paranaíba, Inocência e Aparecida do Taboado. É composta por arenitos muito finos a finos, de coloração marrom, rosa e alaranjada; são maciços ou exibem estratificação cruzada tabular e acanalada de pequeno a médio porte. Possuem intercalações com siltitos, creme a marrom, maciços ou com estratificação plano-paralela mal definida. A Formação Marília aflora nos municípios de Rio Verde e Sonora, a norte, e em Cassilândia e Inocência, a nordeste. Compreende arenitos imaturos, grossos a finos, freqüentemente conglomeráticos, amarelo pálido a avermelhados, com intercalações de lamito marrom; ocorrem ainda calcários arenosos, maciços, e calcários conglomeráticos,

secundariamente.

O Sistema Aquífero Bauru é um aquífero poroso, constituído por rochas sedimentares da Bacia do Paraná, dos Grupos Bauru e Caiuá e pelas Coberturas Detrito-Lateríticas, de menor expressão em área no Estado, principalmente na região de Sonora e Chapadão do Sul. Embora os Grupos Caiuá e Bauru possam constituir diferentes unidades hidroestratigráficas, como discutido por Paula e Silva (2005) para o Estado de São Paulo, não há estudos no Estado que caracterizam essas unidades, daí o agrupamento numa única unidade hidrogeológica.

Este Sistema Aquífero constitui-se em um dos mais importantes do Estado, com 32,9% dos poços cadastrados que captam água somente deste sistema e 7,8%, que captam água neste sistema conjuntamente com o Sistema Serra Geral. É responsável pelo escoamento regional das águas subterrâneas para importantes rios de Mato Grosso do Sul, tais como os rios Pardo, Verde e Sucuriú e em rios menores da Bacia Hidrográfica do Paraná.

Trata-se de um aquífero livre, com profundidade e vazão média de aproximadamente, 107 m e 35 m³/h, respectivamente (SEMAC, 2010). Vazões entre 5 e 110 m³/h são reportadas por SANESUL/TAHAL (1998), com 50% dos poços avaliados naquela época com vazão entre 10 e 30 m³/h. As vazões específicas variam entre 0,5 a 2,5 m³/h/m, para a maioria dos poços, ocorrendo, contudo, vazões específicas de 6,2 e 7,7 m³/h/m. As transmissividades variam entre 1 a 630 m²/d, com a maioria inferior a 200 m²/d.

Em relação ao pH, a água subterrânea dos poços perfurados na Formação Santo Anastácio apresenta valores entre 6,0 e 6,9; aqueles perfurados na Formação Caiuá, o pH varia entre 5,5 e 7,2 (SANESUL/TAHAL, 1998). Tal variação pode ser explicada pela heterogeneidade dos depósitos sedimentares deste grupo, contendo algumas camadas com cimento calcítico.

4.3 Sistema Aquífero Serra Geral (SASG)

Este Sistema Aquífero é formado essencialmente pelos basaltos da Formação Serra Geral, do Grupo São Bento, de idade jurássica (120 Ma). Ocorre no centro-sul do Estado, no limite entre as regiões hidrográficas do Paraguai e Paraná, com maior área de afloramento na Região Hidrográfica do Paraná. É um aquífero fraturado, heterogêneo, livre em todo o Estado, muito embora na região norte-nordeste, ocorra subjacente ao Sistema Aquífero Bauru.

Lastoria (2002) identificou a variação de espessura dos derrames, de 50 m, em Amambaí, e 400 a 500 m, em Ponta Porã, decorrente do sistema de falhamentos do pacote rochoso, em geral, de direção noroeste e nordeste e a importância do sistema de fraturamento vertical, e principalmente, horizontal, para o armazenamento e a circulação da água neste Sistema Aquífero.

Modelagens de fluxo efetuadas por SANESUL/TAHAL (1998) indicam que o

escoamento básico mínimo varia de 10 a 12 x10⁶ m³/ano (área de Ponta Porã) a 350 a 380 x10⁶ m³/ano (oeste de Campo Grande em direção ao Pantanal). Nas áreas em que o basalto se encontra recoberto, os fluxos mínimos de água subterrânea variam de 10 a 50 x10⁶ m³/ano.

As zonas de descarga do aquífero são os rios e as fontes, que ocorrem onde as fissuras, principalmente horizontais, interceptam a topografia. Considera-se como área de recarga direta toda a superfície de afloramento dos basaltos (Figura 1). Lastoria (2002) e Lastoria *et al.* (2007) apontam que o Aquífero Serra Geral, em sua porção não aflorante possui recarga indireta, com contribuição dos sistemas aquíferos subjacente (Guarani) e sobrejacente (Bauru). O modelo conceitual apresentado pelo autor, mostra que as linhas de fluxo do aquífero convergem, de oeste para leste em direção ao rio Paraná, para uma área de depressão na região de Dourados, classificando esta área como de potencialidade hidrogeológica elevada. A oeste de Campo Grande, o fluxo ocorre em direção à bacia do rio Paraguai. Foram identificadas duas zonas preferenciais de recarga, uma na região de Campo Grande e outra na região entre Antonio João e Ponta Porã, com o fluxo se direcionando para a área de depressão acima citada.

A profundidade e a vazão médias, obtidas nos poços cadastrados, são de aproximadamente, 107 m e 35 m³/h, respectivamente (SEMAC, 2010). Os parâmetros hidráulicos médios apresentados por Lastoria (2002) são apresentados na Tabela 1.

Parâmetro	Valor médio
Nível estático	21,38 m
Nível dinâmico	47,39 m
Vazão	21,88 m ³ /h
Rebaixamento	26,52 m
Capacidade específica	2,07 m ³ /h.m

Tabela 1 – Parâmetros hidráulicos médios do Sistema Aquífero Serra Geral.

Fonte: Lastoria, 2002.

Em relação à qualidade da água, o pH varia de 5,5 a 9,5, apresenta baixa mineralização, com os maiores valores de condutividade elétrica medidos na região sul do Estado, entre Dourados e Fátima do Sul, 150 a 240 $\mu\text{s.cm}^{-1}$. Os cátions cálcio e magnésio preponderam no aquífero em relação ao sódio e potássio. O ânion dominante é o bicarbonato, seguido por cloreto e nitrato, os quais provavelmente têm origem antrópica (Lastoria, 2002).

4.4 Sistema Aquífero Guarani (SAG)

O Sistema Aquífero Guarani (SAG) exhibe limites transfronteiriços entre oito estados brasileiros e com três países sul-americanos. Da área total do aquífero, 1.1087.879,15

km², 189.451,38 km² encontram-se em Mato Grosso do Sul, perfazendo aproximadamente 17,4% da área total do SAG e 25,7% da área brasileira do aquífero (OEA, 2009a).

No Estado, o SAG foi estudado por Gastmans (2007), em toda a sua faixa de afloramento, bem como a sua continuidade ao norte nos Estados de Mato Grosso e Goiás, até os municípios de Santa Rita do Araguaia e Mineiros. O aquífero encontra-se livre nas áreas de afloramento da Formação Botucatu, entre as cidades de Bela Vista e Antonio João, no sudeste, seguindo em uma ampla faixa de direção NE-SW, até o município de Alcínópolis, ao norte do Estado, na Região Hidrográfica do Paraguai. A faixa de afloramento a sul tem aproximadamente 10 km de largura, enquanto que, no norte chega a 150 km (OEA, 2009b). Tais áreas de afloramento são responsáveis por parte da recarga direta do SAG. Outras áreas de afloramento encontram-se na borda oriental da Bacia do Paraná. Em direção a leste das áreas de afloramento, o aquífero possui comportamento semi-confinado a confinado, dependendo da situação estratigráfica local.

Em Mato Grosso do Sul, o SAG é composto, pelas Formações Pirambóia, na base, e Botucatu, no topo; a Formação Pirambóia é sotoposta aos arenitos da Formação Aquidauana e Palermo. Destaca-se a ausência das formações permianas (Corumbataí e Irati) no Estado. Outra particularidade estratigráfica no Estado é o contato direto entre os sedimentos da Formação Botucatu com os depósitos do Grupo Bauru em determinados locais da região norte do Estado, como em Camapuã.

As espessuras descritas para o conjunto Formação Botucatu e Pirambóia variam de 80 m, entre Alcínópolis e Figueirão (norte do Estado), a 200m entre Antonio João e Bela Vista (sul do Estado); a leste de Campo Grande, atinge 600 m (Gastmans, 2007). As principais características hidrodinâmicas do aquífero são apresentadas na Tabela 2.

Parâmetro	MS*	SP**	Bacia do Paraná***
Profundidade (m)	112		
Porosidade		10-15%	14-24%
Capacidade específica (m ³ /h/m)	2,37		
Transmissividade (m ² /d)	1 a 650	336	2,4-552
Coefficiente de armazenamento		2x10 ⁻⁵ – 2x10 ⁻⁴	
Condutividade hidráulica (m/dia)		12,96	8,70
Vazão média (m ³ /h)	47,8		
Nº de poços	50		

*SANESUL/TAHAL (1998); ** e *** compilado de Gastmans (2007).

Tabela 2 - Parâmetros hidráulicos do Sistema Aquífero Guarani.

Em relação a hidroquímica, a qualidade das águas do SAG no Estado é classificada

como Zona I (Tipo A) (OEA, 2009a), a qual se caracteriza por composição principalmente carbonatada cálcica e, subordinadamente, bicarbonatada cálcico-magnésina e cálcico-sódica, com pouca mineralização. Gastmans (2007) classifica as águas do SAG no Estado, como bicarbonatadas cálcicas ou cálcico-magnesianas, onde o aquífero apresenta-se livre ou em poços com pequena espessura de basaltos, e em águas bicarbonatadas sódicas, com evolução para bicarbonatadas cloretadas/sulfatadas sódicas, em zonas de maior confinamento do aquífero, nas cidades de Ribas do Rio Pardo, Rio Brilhante, Naviraí e nas proximidades da calha do rio Paraná, na divisa com o Estado de São Paulo.

Nas áreas de recarga, ocorre a infiltração da água meteórica, a qual sofre mudança de composição química devido à dissolução de feldspatos e carbonatos da rocha, e em porções de confinamento do aquífero ocorre a troca iônica entre cálcio e sódio, decorrente da interação com a montmorilonita sódica (Gastmans *et al.*, 2010a). Os mesmos autores observaram, ainda, a tendência do aumento da concentração de sólidos totais dissolvidos aumenta no SAG com o aumento da espessura dos derrames basálticos da Formação Serra Geral em direção ao centro da Bacia do Paraná. Gastmans *et al.* (2010b) observaram que não há contribuição de outras fontes de água na recarga do SAG, na parte oeste do aquífero, e que a velocidade do fluxo subterrâneo, calculada pela Lei de Darcy, deve ser menor do que 10 m/ano, indicando que a recarga de água em profundidade no aquífero ocorreu entre 30.000 e 10.000 a.p., no Último Máximo Glacial.

As estimativas de velocidade de recarga do aquífero confinado são importantes para os planos de gerenciamento desses recursos hídricos, pois os dados indicam que a renovação dessa água é muito lenta.

4.5 Sistema Aquífero Aquidauana-Ponta Grossa (SAAP)

Este sistema compreende os sedimentos das Formações Aquidauana, representante do Grupo Itararé no Estado, do Cabornífero superior, e Ponta Grossa, do Grupo Paraná.

A Formação Aquidauana (Grupo Itararé) aflora no Estado desde a cidade de Caracol, a sudoeste, até Pedro Gomes, ao norte. É composta por conglomerado, seguido por arenitos vermelhos a róseos, de granulação média a grossa, com intercalações de diamictitos e arenitos esbranquiçados, na base; siltitos, folhelhos e arenitos finos, vermelhos a róseos, laminados com intercalações de diamictitos e folhelho cinza-esverdeado, na porção intermediária; e arenitos vermelhos com estratificação cruzada, no topo (Gesicki, 1998; Gesicki *et al.*, 2002; CPRM, 2006).

A Formação Ponta Grossa (Grupo Paraná) ocorre na região centro-oeste do Estado, em faixa irregular e descontínua de direção NNE-SSW, é composta por arenitos finos a muito finos, na base, e por siltitos e folhelhos sílticos e argilosos, no topo. Apresentam laminação plano-paralela e secundariamente, estratificação cruzada de pequeno porte, alcançado espessura aproximada de 300m (CPRM, 2006).

Embora as rochas dessas unidades tenham origens geológicas distintas, seu

agrupamento em uma unidade hidrogeológica justifica-se pelas semelhanças de circulação, armazenamento e qualidade das águas subterrâneas observadas em poços perfurados em ambas as formações.

Este sistema ocorre em Bela Vista, a sul do Estado até os municípios de Pedro Gomes, Coxim, Rio Verde de Mato Grosso e Rio Negro, ao norte. Estende-se para o Estado de Mato Grosso. As cotas dos níveis piezométricos do Aquífero Aquidauana indicam direções dos escoamentos subterrâneos na área aflorante para os principais rios e afluentes que o recortam. O nível de base do Rio Aquidauana corresponde à cota de descarga do aquífero entre as altitudes 280 m, em Rochedo, e 125 m, em Aquidauana (SANESUL/TAHAL, 1998). As características hidrodinâmicas dos dois aquíferos encontram-se sintetizadas na Tabela 3.

Parâmetro	Aquífero Aquidauana*	Aquífero Ponta Grossa**
Profundidade média (m)	150	
Vazão média (m ³ /h)	20,0	5,8
Capacidade específica (m ³ /h/m)	1,10	0,37
Transmissividade (m ² /d)	39,7	
Nº poços	13	

Tabela 3 - Parâmetros hidráulicos do Sistema Aquífero Aquidauana-Ponta Grossa.

Fonte: * SANESUL/TAHAL, 1998; ** ANA, 2005.

Os poços deste sistema na bacia do rio Miranda apresentam profundidade média de 150 m, com vazões de 20 m³/h e vazões específicas inferiores a 1 m³/h/m.

4.6 Sistema Aquífero Furnas (SAF)

A Formação Furnas ocorre em uma extensa faixa alongada no Estado, de direção NE-SW, estendendo-se do município de Aquidauana, a sul, Rio Negro, Rio Verde de Mato Grosso, Coxim, até o limite com o Estado de Mato Grosso, no município de Sonora. Predominam arenitos feldspáticos, às vezes micáceos e com impregnações de óxido de ferro, com intercalações descontínuas de conglomerados (na base). Os conglomerados ocorrem em lentes e são, em geral, oligomíticos, com arcabouço de seixos de quartzo com raros fragmentos de rochas do Grupo Cuiabá (CPRM, 2006).

Este é um aquífero importante para os municípios de Anastácio, Aquidauana e Jardim e Coxim e Pedro Gomes. Neste último município, há poço jorrante, indicando o comportamento confinado do aquífero pela Formação Ponta Grossa. O fluxo da água subterrânea na região ocorre em direção às drenagens dos rios Taquari, Negro e Aquidauana. Próximo a Rio Verde, o fluxo diverge para Coxim, ao norte, e para Rio Negro, a sul. A Tabela 4 contém os parâmetros hidráulicos deste Sistema Aquífero apresentados por SANESUL/TAHAL (1998).

Parâmetro	Aquífero Furnas
Profundidade média (m)	150
Vazão média (m ³ /h)	45
Capacidade específica (m ³ /h/m)	1,6
Transmissividade (m ² /d)	91,2
Nº de poços	30

Tabela 4 – Parâmetros hidráulicos do Sistema Aquífero Furnas.

Fonte: (SANESUL/TAHAL 1998).

O potencial deste Sistema Aquífero exhibe algumas diferenciações no Estado. Ao norte, é capaz de abastecer as cidades de Rio Verde, Coxim, Pedro Gomes e Sonora com vazões superiores a 100 m³/h e profundidades de 150 a 200 metros. A sul da cidade de Rio Negro, o aquífero produz vazões da ordem de 50 m³/h e em Aquidauana e Anastácio, onde o Aquífero Furnas é capeado pela Formação Aquidauana, pode ser explorado em toda a sua espessura, com poços perfurados até o Embasamento Cristalino, com profundidades entre 200 e 300 metros fornecendo vazões da ordem 80 m³/h.

Os poços deste sistema na bacia do rio Miranda apresentam profundidade média de 145m, vazões e capacidade específicas médias de, respectivamente, 22,6 m³/h e 0,90 m³/h/m.

4.7 Sistema Aquífero Pré-cambriano Calcários (SAPCC)

O Sistema Aquífero Pré-cambriano Calcários é formado por rochas calcárias pré-cambrianas do Grupo Corumbá, que ocorrem, principalmente, na porção sudoeste do Estado, incluindo Bonito, e em algumas porções a noroeste, no município de Corumbá.

O Grupo Corumbá é composto por metassedimentos de origem glacio-marinha com significativa fase carbonática. É subdividido nas Formações Cerradinho, Bocaina e Tamengo. A Formação Cerradinho ocorre na borda oeste do Planalto da Bodoquena e constitui a base do Grupo Corumbá, em discordância sobre os granitóides do Complexo Rio Apa. É composta por alternância de arenitos, arcóseos, siltitos, folhelhos, margas, calcários, dolomitos, silixitos e eventuais conglomerados; possui espessura estimada em poucas centenas de metros (CPRM, 2006).

Rochas da Formação Bocaina afloram a sudeste da cidade de Corumbá e arredores da localidade de Albuquerque e nas porções orientais do Planalto da Bodoquena, principalmente ao longo da rodovia Bonito-Bodoquena. É constituída, principalmente, por calcários e dolomitos e, secundariamente, por mármore. Os calcários são calcíticos e aloquímicos, ortoquímicos e dolomíticos (CPRM, 2006).

A Formação Tamengo é composta por calcários com intercalações de rochas sedimentares clásticas, estendendo-se da região de Ladário, para oeste, até o território boliviano. Suas rochas encontram-se sobrepostas aos dolomitos da Formação Bocaina

e possuem espessura aproximada de 100m. Caracterizam-se por calcários calcíticos pretos, intercalados ritmicamente por folhelhos carbonosos (CPRM, 2006), com importante conteúdo fóssilífero (Boggiani *et al.* 2010) .

É um Sistema Aquífero importante em dois municípios do Estado onde se concentram as atividades de turismo, Bonito e Bodoquena. Embora, a cidade de Bonito seja um pólo de interesse, em grande parte devido a seus recursos hídricos, as águas subterrâneas ainda são pouco estudadas. Souza (2003) identificou 38 poços tubulares em estabelecimentos particulares, em capacidades máximas de produção. Normalmente, tais poços são executados em desacordo às normas técnicas da ABNT. As características hidrodinâmicas deste Sistema Aquífero apontadas por SANESUL/TAHAL (1998) são apresentadas na Tabela 5.

Parâmetro	Aquífero Pré-cambriano Calcários
Profundidade média (m)	115
Vazão média (m ³ /h)	19,5
Capacidade específica (m ³ /h/m)	6,31
Nº de poços	14

Tabela 5 – Parâmetros hidráulicos do Sistema Aquífero Pré-cambriano Calcários.

Fonte: SANESUL/TAHAL (1998).

Valores de parâmetros hidráulicos semelhantes aos descritos por SANESUL/TAHAL (1998) foram observados em levantamento de poços na bacia do rio Miranda, com profundidade, vazão e capacidade específica médias de, respectivamente, 110m, 6,7m³/h e 1,03 m³/h/m.

Não há estudos hidroquímicos deste sistema aquífero. Valor de pH de 6,9 é reportado por SANESUL/TAHAL (1998); porém, neste estudo, foram englobados em Aquífero Pré-cambriano, poços perfurados tanto nas rochas carbonáticas como nas não-carbonáticas desta idade, tendo sido analisados dados hidroquímicos de apenas um poço deste sistema. Valores de pH entre 7,1 a 7,8 foram medidos em amostras de água de poços tubulares do município de Bonito (Enetério, 2009). Dias et al (2007) relatam o valor de pH de 8,1, como valor máximo, em amostras de água subterrânea em Bodoquena, possivelmente do Sistema Pré-cambriano Calcários.

A vulnerabilidade do aquífero por necrochorume foi identificada por Enetério (2009), não havendo, contudo, nenhum estudo de vulnerabilidade regional, considerando as atividades econômicas principais do município, turismo e pecuária.

4.8 Sistema Aquífero Pré-cambriano (SAP)

O Sistema Aquífero Pré-cambriano é composto por rochas metamórficas diversas que afloram principalmente na região sudoeste do Estado, das Províncias Rio Apa, Sunsás/Aguapeí e Tocantins, com idades entre 1,2 a 0,9 Ga e 600 a 540 Ma, respectivamente.

A Província Rio Apa é composta por rochas dos Grupos Alto Tererê e Amoguijá e do Complexo Rio Apa. Ocorrem xistos, biotita-muscovita gnaisses e rochas metabásicas (Grupo Alto Tererê), sieno monzogranitos, rochas vulcanoclásticas de composição alcali-riólito a monzoriólito (Grupo Amoguijá) e granitos, gnaisses, granodioritos e tonalitos foliados e miloníticos a protomiloníticos (Complexo Rio Apa) (CPRM, 2006; Godoy et al, 2009; Godoy *et al.*, 2010).

A Província Sunsás/Aguapeí é representada pela Unidade Amolar, subdivida em cinco subunidades, decorrentes de diferenças em ambiente deposicional e nas características texturais e estruturais. São rochas metassedimentares, tais como metagrauvasas feldspáticas, metagrauvasas quartzosas e metarcóseos, sericita xistos e quartzo sericita xistos, quartzitos impuros com intercalações de quartzo xisto fino, por vezes carbonoso e biotita-xistos com magnetita, metarenitos ortoquartzíticos, por vezes sericíticos e de granulometria variada e ortoquartzitos brancos e/ou rosados, finos e bem selecionados (CPRM, 2006).

A Província Tocantins é representada no Estado pela Faixa Paraguai, aflorando rochas de diferentes domínios litotectônicos, tais como a Seqüência Metavulcano-sedimentar Rio Bacuri, formada por anfíbolitos; o Grupo Cuiabá; com rochas de granulação fina, filitos a metassiltitos, com intercalações de turbiditos distais, como metaconglomerados polimíticos, quartzitos e metarritmitos pelito-psamíticos; e o Grupo Jacadigo, com rochas de seqüência glacio-marinha, que ocorrem no município de Corumbá (CPRM, 2006).

O Sistema Aquífero Pré-cambriano engloba uma grande variedade de rochas, metassedimentares de graus metamórficos distintos, metavulcânicas, granítico-gnássicas. Esta unidade hidrogeológica ocorre, principalmente, na porção sudoeste do Estado, e secundariamente, próximo à cidade de Corumbá. A Tabela 6 apresenta as características hidrodinâmicas deste Sistema Aquífero apontadas por SANESUL/TAHAL (1998).

Parâmetro	Aquífero Pré-cambriano
Profundidade média (m)	110*
Vazão média (m ³ /h)	27,0
Capacidade específica (m ³ /h/m)	1,40
Nº de poços	7

* para este parâmetro foram utilizados os dados de somente 6 poços.

Tabela 6 – Parâmetros hidráulicos do Sistema Aquífero Pré-cambriano.

Fonte: SANESUL/TAHAL (1998).

Os parâmetros hidráulicos de poços, deste aquífero, na bacia do rio Miranda são profundidade média de 100m, vazão e capacidade específica médias de, respectivamente, 6,6 m³/h e 0,31 m³/h/m.

Como no sistema Pré-cambriano Calcários, não há dados de hidroquímica deste sistema, embora tenham sido identificados 30 poços tubulares deste sistema aquífero no Plano Estadual de Recursos Hídricos (SEMAC, 2010). Contudo, não foram encontradas as análises químicas desses poços.

5 | POTENCIAL HIDROGEOLÓGICO

O potencial hidrogeológico de alguns sistemas aquíferos foi calculado por SANESUL/TAHAL (1998), considerando o balanço hídrico e as interações hidráulicas entre os aquíferos. No caso do Sistema Aquífero Bauru, foi considerada a recarga de 60% do excedente hídrico e 40% para o fluxo de base superficial, totalizando 9x10⁹ a 13x10⁹ m³/ano de recarga profunda e 29x10⁹ a 43x10⁹ m³/ano de fluxo de base. É importante observar que este fluxo de base alimenta alguns afluentes da margem direita do rio Paraná, como os rios Sucuriú, Verde e Pardo.

Para o Sistema Aquífero Guarani foram consideradas as diversas profundidades e graus de confinamento, tendo sido definidas quatro zonas de potencial, com as respectivas reservas explotáveis: zona A - aquífero livre raso e zona B – aquífero livre em maiores profundidades (110.000x10⁶ a 450.000x10⁶m³/ano), zona C – aquífero em condição de semi-confinamento (1.500x10⁶ m³/ano) e zona D – aquífero em condição de confinamento (120x10⁶ m³/ano) (SANESUL/TAHAL, 1998). Áreas de descarga deste aquífero ocorrem na borda oeste da Bacia do Paraná, as quais sustentam os níveis de base de importantes rios da bacia hidrográfica do rio Paraguai, os rios Aquidauana e Miranda (Gastmans, 2007).

Os fluxos mínimos calculados para o Sistema Aquífero Serra Geral são da ordem de 25x10⁶ a 50x10⁶ m³/ano, na porção leste e sul do Estado; nas áreas de basalto aflorante, sentido oeste em direção ao Pantanal, os fluxos são de 350x10⁶ a 380x10⁶ m³/ano direções sul e leste e em afloramentos de sudoeste, de 80x10⁶ a 100x10⁶ m³/ano, nas direções leste e nordeste, e de 10x10⁶ a 12x10⁶ m³/ano, na região de Ponta Porá (SANESUL/TAHAL, 1998).

Estimativas de reserva renovável dos sistemas aquíferos do Estado foram efetuadas para o Plano Estadual de Recursos Hídricos, considerando-se as áreas de afloramento das rochas que compõem cada aquífero como áreas de recarga, a precipitação média anual nas respectivas áreas de recarga e a respectiva taxa de infiltração (15%, para o Sistema Aquífero Cenozóico, 10% para o Sistema Aquífero Bauru, 8% para os Sistemas Aquíferos Serra Geral, Guarani, Furnas e Ponta-Grossa, 5 % para o Sistema Aquífero Pré-cambriano Calcários e 4% para o Sistema Aquífero Pré-cambriano). A reserva explotável dos aquíferos foi considerada como sendo 20% da respectiva reserva renovável (SEMAC,

2010), valor adotado pela Agência Nacional de Água (ANA, 2005) e no Plano Nacional de Recursos Hídricos (Brasil, 2006). A Tabela 7 contém as estimativas de reserva renovável e explorável para os oito sistemas aquíferos.

Sistema Aquífero	Área de recarga (km ²)	Reserva (m ³ /ano)	
		renovável	explorável
Cenozóico	96.917,2	18.552x 10 ⁶	3.710 x 10 ⁶
Bauru	134.550,1	19.597 x 10 ⁶	3.920 x 10 ⁶
Serra Geral	50.476,3	5.778 x 10 ⁶	1.156 x 10 ⁶
Guarani	22.207,3	2.192 x 10 ⁶	439 x 10 ⁶
Aquidauana-Ponta Grossa	16.914,3	1.685 x 10 ⁶	337 x 10 ⁶
Furnas	6.510,7	661 x 10 ⁶	132 x 10 ⁶
Pré-cambriano calcários	6.474,4	399 x 10 ⁶	80 x 10 ⁶
Pré-cambriano	22.609,8	1.145 x 10 ⁶	229 x 10 ⁶
Total		50.010,9 x 10 ⁶	10.002,2 x 10 ⁶

Tabela 7 – Estimativas de reserva renovável e explorável dos sistemas aquíferos do Estado de Mato Grosso do Sul (SEMAC, 2010).

Salienta-se que os valores de reserva apresentados na Tabela 7 podem ser conservadores e devem ser revisados conforme surjam dados e novos estudos dos sistemas aquíferos. No Paraná, por exemplo, um estudo para a determinação da reserva reguladora do Aquífero Caiuá, um dos constituintes do Sistema Aquífero Bauru, por análise das curvas de recessão do Rio das Antas, indicou infiltração da ordem de 17% da precipitação média anual (Celligoe e Duarte, 2009). Valor de infiltração de 15% para este sistema é descrito por Oliveira e Campos (2004), em Araguari (MG). Caso esta ordem de taxa de infiltração seja confirmada para o Sistema Aquífero Bauru em Mato Grosso do Sul, haveria o aumento de até 70% de suas reservas. Contudo, devido à grande variação dos depósitos dos Grupos Bauru e Caiuá (Fernandes e Coimbra, 2000; Paula e Silva *et al.*, 2005; Batezelli, 2010; Fernandes, 2010) há que se considerar a possibilidade de menores valores de infiltração, como considerados por SEMAC (2010).

6 | GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS

Embora os sistemas aquíferos não obedeçam às delimitações de bacias hidrográficas, a gestão de recursos hídricos no Brasil é feita com base nesta compartimentação (Brasil, 1997a), incluindo as águas subterrâneas. Considerando-se a importância da água subterrânea para o abastecimento público e privado dos municípios de Mato Grosso do Sul (SEMAC, 2010), apresenta-se, na Tabela 8, a distribuição dos sistemas aquíferos por sub-bacias com suas respectivas reservas exploráveis.

Os valores apresentados nas Tabelas 7 e 8 não levam em consideração as perdas dos aquíferos para o escoamento de base dos rios e para a recarga dos aquíferos hidráulicamente conectados. Em termos de reservas explotáveis por sub-bacia, observa-se que a do Taquari possui a maior reserva explotável de água subterrânea, com 1.898,3 milhões de m³/ano, e a maior diversidade de sistemas aquíferos, associado à maior extensão desta unidade. Contudo, há que se ressaltar limitada continuidade dos aquíferos, sendo os mais expressivos em área o Sistema Aquífero Cenozóico e o Sistema Aquífero Guarani.

Sub-bacia	Precipitação média anual (mm)	Aquífero								Sub-total
		SAC	SAB	SASG	SAG	SAAP	SAF	SAPCC	SAP	
Região Hidrográfica do Paraná										
Iguatemi	1.603	2,1	301,6	11,2	-	-	-	-	-	314,9
Amambai	1.592	12,0	220,5	123,0	-	-	-	-	-	355,5
Ivinhema	1.471	90,8	627,7	545,1	-	-	-	-	-	1.263,6
Pardo	1.424	0,2	906,3	147,1	-	-	-	-	-	1.053,6
Verde	1.398	0,1	648,7	15,7	-	-	-	-	-	664,6
Sucuriú	1.519	6,9	732,6	62,7	0,4	-	-	-	-	802,6
Quitéria	1.203	0,0	116,6	2,1	-	-	-	-	-	118,8
Santana	1.501	0,0	117,6	6,5	-	-	0,3	-	-	124,4
Aporé	1.861	0,2	86,3	10,0	3,3	-	0,0	-	-	99,8
Sub-total		112,42	3.757,90	923,35	3,75	-	0,34	-	-	4.797,8
Região Hidrográfica do Paraguai										
Correntes	1.260	123,3	0,1	-	36,0	26,8	47,2	-	1,1	234,5
Taquari	1.214	1375,9	154,9	8,6	242,6	63,2	33,3	9,7	10,0	1.898,3
Miranda	1.259	289,3	6,5	210,7	136,9	142,4	1,9	43,8	74,8	906,3
Negro	1.319	1143,9	0,0	0,0	4,9	58,1	49,5	-	6,7	1.263,1
Nabileque	1.389	495,7	-	-	-	-	-	4,7	72,9	573,4
Apa	1.161	169,8	0,1	12,9	14,4	46,5	0,0	21,5	63,6	328,9
Subtotal		3.598,0	161,6	232,2	434,7	337,1	131,9	79,8	229,1	5.204,4
TOTAL		3.710,4	3.919,5	1.155,6	438,5	337,1	132,3	79,8	229,1	10.002,2

SAC-Sistema aquífero Cenozóico; SAB- Sistema aquífero Bauru; SASG- Sistema aquífero Serra Geral; SAG- Sistema aquífero Guarani; SAAP- Sistema aquífero Aquidauana-Ponta Grossa; SAF- Sistema aquífero Furnas; SAPCC- Sistema aquífero Pré-cambriano Calcários; SAP-Sistema aquífero Pré-cambriano.

Tabela 8 - Reservas explotáveis (milhões de m³/ano) de águas subterrâneas em Mato Grosso do Sul por sub-bacia (SEMAC, 2010).

As sub-bacias Ivinhema, na Região Hidrográfica do Paraná, e Negro, na Região

Hidrográfica do Paraguai, possuem reservas exploráveis praticamente iguais, 1.263,6 e 1.263,1 milhões de m³/ano. Destaca-se, no entanto, a ampla distribuição em área dos dois principais aquíferos da sub-bacia Ivinhema (Bauru e Serra Geral) e as pequenas áreas de afloramento dos aquíferos Pré-cambriano, Furnas, Aquidauana-Ponta Grossa e Guarani da sub-bacia Negro, com conseqüentes menores reservas exploráveis. A sub-bacia Ivinhema possui a segunda maior população do Estado e intensa atividade econômica, destacando-se a agricultura, a avicultura e a suinocultura, bem como algumas usinas de álcool.

A sub-bacia do Pardo, que concentra a maior população urbana e o maior número de indústrias instaladas no Estado, possui reserva explorável de 1.053,6 milhões de m³/ano. A sub-bacia Sucuriú, atualmente em processo de industrialização, possui reserva explorável de 802,6 milhões de m³/ano e a sub-bacia Miranda, que concentra as atividades de turismo e possui a maior área irrigada do Estado, conta com uma reserva explorável de 906,3 milhões de m³/ano.

As estimativas de reservas de água subterrânea indicam bom potencial hidrogeológico em todo o Estado. Contudo, estudos de detalhe devem ser desenvolvidos para melhor caracterizar as reservas hídricas e permitir o adequado gerenciamento, quantitativo e qualitativo, desses recursos, uma vez que localmente pode ocorrer a super-exploração e algumas atividades desenvolvidas são fontes potenciais de poluição. Destaca-se que os sistemas aquíferos mais explorados, o Bauru e o Serra Geral, são aquíferos livres, portanto, mais suscetíveis à contaminação.

7 | CONCLUSÕES

O Estado de Mato Grosso do Sul apresenta uma diversidade estratigráfica que define oito grandes domínios hidrogeológicos, sendo cinco aquíferos porosos, dois fraturados e um cárstico, em geral, de boa qualidade, responsável pelo abastecimento público e privado, incluindo várias atividades econômicas importantes do Estado. A escala de informação hidrogeológica publicada no Plano Estadual de Recursos Hídricos (1:4.500.000) é indicada para fins educacionais e de planejamento preliminar. Os parâmetros hidráulicos apresentados para cada sistema aquífero foram obtidos em levantamento de informações de poços tubulares disponíveis no Estado, durante a elaboração do referido Plano, o qual totalizou 1.461 poços. Destaca-se que este número é uma pequena fração do número total de poços perfurados, cuja estimativa de técnicos da Agência Nacional das Águas seria correspondente a 10% do total dos poços perfurados.

Para a avaliação das reservas hídricas do Estado, estimadas em 50.010,9 x 10⁶ m³/ano (renovável) e 10.002,2 x 10⁶ m³/ano (explorável), e o efetivo gerenciamento desses recursos hídricos, faz-se necessários o incremento no cadastro de poços tubulares. Todavia, trabalhos acadêmicos conduzidos no âmbito do Laboratório de Águas Subterrâneas e Áreas Contaminadas - LEBAC, da UFMS, têm demonstrado a necessidade de uma atualização

do Plano Estadual de Recursos Hídricos/MS, notadamente quanto à taxa de recarga dos aquíferos. Estudos hidrogeológicos, em maior escala são recomendáveis, bem como a implantação do enquadramento das águas subterrâneas em Mato Grosso do Sul.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS – ANA. **Disponibilidade e Demandas dos Recursos Hídricos do Brasil**. Caderno 2. 2005. Disponível em: <http://www.ana.gov.br/sprte/w/2/2-ANA.swf>. Acesso em: 25 abr. 2008.

ASSINE, M. L. A bacia sedimentar do Pantanal Mato-Grossense. **Geologia do Continente Sul-Americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida** (V. Mantesso-Neto, A. Bartorelli, CDR Carneiro & BB Brito-Neves, orgs.). Beca, São Paulo, p. 61-74, 2004.

ASSINE, M. L.; SILVA, A. Contrasting fluvial styles of the Paraguay River in the northwestern border of the Pantanal wetland, Brazil. **Geomorphology**, v. 113, n. 3-4, p. 189-199, 2009.

ASSINE, M. L.; SOARES, P. C. Quaternary of the Pantanal, west-central Brazil. **Quaternary International**, v. 114, n. 1, p. 23-34, 2004.

BARBIERO, L.; QUEIROZ NETO, J. P.; CIORNEI, G.; SAKAMOTO, A. Y.; CAPELLARI, B.; FERNANDES, E.; VALLES, V. Geochemistry of water and ground water in the Nhecolândia, Pantanal of Mato Grosso, Brazil: variability and associated processes. **Wetlands**, v. 22, n. 3, p. 528-540, 2002.

BARBIERO, L.; REZENDE FILHO, A.; FURQUIM, S. A. C.; FURINA, S.; SAKAMOTO, A. Y.; VALLES, V.; GRAHAM, R. C.; FORTH, M.; FERREIRA, R. P. D.; QUEIROZ NETO, J.P. Soil morphological control on saline and freshwater lake hydrogeochemistry in the Pantanal of Nhecolândia, Brazil. **Geoderma**, v. 148, n. 1, p. 91-106, 2008.

BATEZELLI, A. Arcabouço tectono-estratigráfico e evolução das Bacias Caiuá e Bauru no Sudeste brasileiro. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 40, n. 2, p. 265-285, 2010.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Diário Oficial da União: Brasília, 1997a.

BRASIL. MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE, DOS RECURSOS HIDRICOS E DA AMAZONIA LEGAL. **Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai - Pantanal - PCBAP**, (Ministério do Meio Ambiente dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal v. 2, T. 2 - Hidrossedimentologia, Projeto Pantanal), Brasília: MMA/PNMA, 1997b.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano Nacional de Recursos Hídricos**. Brasília: MMA, Secretaria de Recursos Hídricos, v. 4, 2006.

BOGGIANI, P. C.; GLAUCHER, C.; SIAL, A. N. ; BABISNKY, M. ; SIMON, C. M.; RICCOMINI, C.; FERREIRA, V. P.; FAIRCHILD, T. R. Chemostratigraphy of the Tamengo Formation (Corumbá Group, Brazil): a contribution to the calibration of the Ediacaran carbon-isotope curve. **Precambrian Research**, v. 182, n. 4, p. 382-401, 2010.

- CELLIGOE, A.; DUARTE, U. Determinação da reserva reguladora do Aquífero Caiuá no Estado do Paraná utilizando as curvas de recessão do Rio das Antas. **Águas Subterrâneas**, v. 23, n. 1, p.13-20, 2009.
- COMPANHIA DE PESQUISA E RECURSOS MINERAIS – CPRM. **Geologia e Recursos Minerais de Mato Grosso do Sul – Águas Minerais e Termais**. Texto Explicativo e CD Room, Campo Grande, 2006.
- ENETÉRIO, N. G. P. **Avaliação da suscetibilidade do aquífero freático à contaminação por necrochorume em Bonito-MS**. 2009. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2009.
- DIAS, C. A.; OLIVEIRA, D. M.; FREIRE, D. C. T.; VIANNA, S. A. C. Caracterização das águas subterrâneas em municípios do Estado de Mato Grosso do Sul. In: **I Simpósio de Recursos Hídricos do Norte e do Centro-Oeste**, 2007, Cuiabá, MT. Anais... Cuiabá, MT, 2007. 1 CD-ROM.
- FERNANDES, L. A.; COIMBRA, A. M. Revisão estratigráfica da parte oriental da Bacia Bauru (Neocretáceo). **Revista brasileira de Geociências**, v. 30, n. 4, p. 717-728, 2017.
- FERNANDES, L. A. Calcretes e registros de paleossolos em depósitos continentais neocretáceos (Bacia Bauru, Formação Marília). **Revista Brasileira de Geociências**, v. 40, n. 1, p. 19-35, 2010.
- FULFARO, V. J.; PERINOTTO, J. A. J. Geomorfologia do Estado de Mato Grosso do Sul e arcabouço estrutural. In: **Congresso Brasileiro de Geologia**, 1994, Camboriú, SC. Anais... Camboriú, SC, p. 197-198.
- GASTMANS, D. **Hidrogeologia e Hidroquímica do Sistema Aquífero Guarani na Porção Ocidental da Bacia Sedimentar do Paraná**. 2007. 238p. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007.
- GASTMANS, D.; KIANG, C.H. Avaliação da hidrogeologia e hidroquímica do Sistema Aquífero Guarani (SAG) no Estado de Mato Grosso do Sul. **Águas Subterrâneas**, v.19, n.1, p.35-48, 2005.
- GASTMANS, D.; CHANG, H. K.; HUTCHEON, I. Groundwater geochemical evolution in the northern portion of the Guarani Aquifer System (Brazil) and its relationship to diagenetic features. **Applied Geochemistry**, v.25, p.16-33, 2010.
- GASTMANS, D.; CHAND, H. K.; HUTCHEON, I. Stable isotopes (2H, 18O and 13C) in groundwaters from the northwestern portion of the Guarani Aquifer System (Brazil). **Hydrogeology Journal**, v. 18, n. 6, p. 1497-1513, 2010.
- GESICKI, A. L. D. Geologia da Formação Aquidauana (Neopaleozóico, Bacia do Paraná) na porção centro-norte do Estado de Mato Grosso do Sul. 1996. 126p. Dissertação (Mestrado em Geologia Sedimentar) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996. 126p.
- GESICKI, A. L. D.; RICCOMINI, C.; BOGGIANI, P. C. Ice flow direction during late Paleozoic glaciation in western Paraná Basin, Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 14, n. 8, p. 933-939, 2002.

GODOY, A. M.; MANZANO, J. C.; ARAÚJO, L. M. B.; SILVA, J. A. Contexto geológico e estrutural do Maciço Rio Apa, sul do Cráton Amazônico, MS. **Geociências**, v. 28, n. 4, p. 485-499, 2009.

GODOY, A. M.; PINHO, F. E. C.; MANZANO, J. C.; ARAÚJO, L. M. B.; SILVA, J. A.; FIQUEIREDO, M. Estudos isotópicos das rochas granitóides neoproterozóicas da Faixa de Dobramento Paraguai. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 40, n. 3, p. 380-391, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Dados do Estado de Mato Grosso do Sul**. Disponível em: <http://www.ibge.br>. Acesso em: 20 abr. 2021.

LASTORIA, G. **Caracterização hidrogeológica preliminar do Estado de Mato Grosso do Sul**. 2ª Reunião Especial da SBPC, Bol. Res. Cuiabá: 1995. p. 237.

LASTORIA, G. **Hidrogeologia da Formação Serra Geral no Estado de Mato Grosso do Sul**. Rio Claro, 2002. 133p. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2002.

LASTORIA, G. ; KIANG, C. H. ; SINELLI, O.; HUTCHEON, I. Evidências da conectividade hidráulica entre os sistemas aquíferos serra geral e guarani no Estado de Mato Grosso do Sul e aspectos ambientais correlacionados. In: **XV Encontro Nacional de Perfuradores de Poços**, 2007, Gramado, RS. Anais... Gramado, RS: ABAS, 2007.

MATO GROSSO DO SUL. SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO GERAL/SEPLAN. **Atlas Multireferencial**. 1990.

MENTE, A. Cartografia hidrogeológica. In: FEITOSA, F. A. C.; MANOEL FILHO, J.; FEITOSA, E. C.; DEMETRIO, J. G. A. (coord.). **Hidrogeologia: conceitos e aplicações**. 3. ed. revisada e ampliada. Rio de Janeiro : CPRM, LABHID-UFPE, 2008. p. 709-724.

PAULA E SILVA, F.; CHANG, H.K.; CHANG, R.C. Hidroestratigrafia do Grupo Bauru (K) no Estado de São Paulo. **Águas Subterrâneas**, v.19, n. 2. 2005. p.19-36.

OLIVEIRA, L.A.; CAMPOS, J.E.G. Parâmetros hidrogeológicos do Sistema Aquífero Bauru na região de Araguari, MG: fundamentos para a gestão do sistema de abastecimento de água. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 34, n. 2, 2004, p. 213-218.

ORGANIZAÇÃO DOS ESTADOS AMERICANOS – OEA. **Aquífero Guarani**: programa estratégico de ações [Guarani Aquifer: strategic program of actions]. OEA, Washington, DC, 2009a. 424p.

ORGANIZAÇÃO DOS ESTADOS AMERICANOS – OEA. **Aquífero Guarani – Síntese hidrogeológica do Sistema Aquífero Guarani**. Brasília, 2009b, 1 CD-ROM.

SANESUL/TAHAL. **Estudos Hidrogeológicos de Mato Grosso do Sul**: Relatórios v. I a V, 14 mapas esc. 1:500.000; Campo Grande: 1988.

SEABER, P. R. Hydrostratigraphic units. **Hydrogeology**. The Geological Society of North America, Boulder Colorado. 1988. p 9-14. 38 ref., 1988.

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE, DO PLANEJAMENTO, DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA E INSTITUTO DE MEIO AMBIENTE DE MATO GROSSO DO SUL - SEMAC. **Plano estadual de recursos hídricos de Mato Grosso do Sul**. Campo Grande, MS: Editora UEMS, 2010. 194p.

SILVA, J. S. V.; ABDON, M. M. Delimitação do Pantanal brasileiro e suas sub-regiões. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 33, n. 13, p. 1703-1711, 1998.

SHIRAIWA, S.; USSAMI, N. Gravity survey of the Pantanal wetland: data acquisition and processing. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 19, n. 3, p. 315-324, 2001.

SOARES, A. P. SOARES, P.C. and ASSINE, M.L. 2003. Areiais e lagoas do Pantanal, Brasil: herança paleoclimática? **Revista Brasileira de Geociências**, v. 33, n. 2, p. 211-224, 2016.

SOUSA, B. P. C. **Contribuição à caracterização da situação atual da exploração das águas subterrâneas na cidade de Bonito-MS**. 2003. 47p. Monografia (Pós-graduação Lato Sensu em Planejamento e Gerenciamento em Recursos Hídricos) - Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2003.

STRUCKMEIER, W. F.; MARGAT, J. **Hydrogeological maps: a guide and a standard legend**. IAH International Contributions to Hydrogeology, v.17. Hannover: Heise, 1995.

USSAMI, N., SHIRAIWA, S.; DOMINGUEZ, J. M. L. Basement reactivation in a sub-Andean foreland flexural bulge: The Pantanal Wetland, SW Brazil. **Tectonics**, v. 18, n. 1, p. 25-39, 1999.

CAPÍTULO 11

DIRETRIZES E NORMATIVAS PARA O PLANEJAMENTO DE AÇÕES E POLÍTICAS PÚBLICAS DE CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA EM BACIAS HIDROGRÁFICAS DE SANTA CATARINA

Data de aceite: 01/07/2021

Juliano Gonçalves Garcez

Engenheiro-agrônomo, Be., Escritório Municipal da Epagri de Caxambu do Sul, SC

Leandro do Prado Wildner

Engenheiro-agrônomo, MSc., pesquisador da Epagri no Centro de Pesquisas para Agricultura Familiar (Cepaf) Chapecó, SC

Álvaro José Back

Engenheiro-agrônomo, Dr., pesquisador da Epagri na Estação Experimental de Urussanga, SC

Marcelo Henrique Bassani

Engenheiro-agrônomo, Esp., Coordenador Regional dos Projetos de Grãos e Desenvolvimento Sustentável Ambiental (DAS) na Unidade de Gestão Técnica 1, Gerência Regional da Epagri Xanxerê, SC

Juliane Garcia Knapik Justen

Engenheira-florestal, MSc., Coordenadora Estadual do Programa Desenvolvimento Sustentável Ambiental (DAS), Gerência Regional da Epagri, Rio do Sul, SC

RESUMO: A visão sugestiva sobre a representação do ambiente influencia diretamente na efetividade das ações e políticas públicas de conservação do solo e da água e de suporte à sustentabilidade. Considerando que esse complexo conhecimento ainda não

se apresenta construído, percebe-se um incipiente domínio de conceitos e instrumentos transversais que permeiam entre as distintas e sobrepostas interfaces do ambiente natural, agrícola e urbanizado. Nesse contexto, identifica-se que a problemática da conservação do solo e da água, nesses ambientes antropizados, pode ser mitigada mediante o planejamento integrado do ambiente e dos recursos naturais. Assim sendo, é preciso estabelecer novas concepções, valores e arranjos de indicadores, considerando-se as relações sistêmicas e complexas do ambiente. Com base nisso, este trabalho buscou identificar as principais referências para subsidiar o planejamento de ações e políticas públicas de conservação do solo e suporte à sustentabilidade sócio-ambiental em bacias hidrográficas de Santa Catarina. Para tanto, essa revisão deteve-se sobre quatro eixos, sendo eles: a) diretrizes e normativas de conservação do solo e da água e suporte à sustentabilidade; b) o compromisso sócio-ambiental do Estado catarinense com a conservação do solo e da água; c) a necessidade de um olhar sistêmico sobre o diagnóstico sócio-ambiental; e d) metodologias integrativas de diagnóstico sócio-ambiental e planejamento participativo. Contudo, pode-se concluir que para lograr benefícios à população, o planejamento precisa contemplar complexidade dos sistemas sócio-ecológicos. Assim, urge conciliar o desenvolvimento econômico com a restauração das funções ecossistêmicas do território, com foco nas reais causas dos problemas.

PALAVRAS-CHAVE: Sustentabilidade, indicadores sócio-ambientais, visão sistêmica.

GUIDELINES AND REGULATIONS FOR THE PLANNING OF ACTIONS AND PUBLIC POLICIES FOR SOIL AND WATER CONSERVATION IN HYDROGRAPHIC BASINS OF SANTA CATARINA

ABSTRACT: The suggestive view on the representation of the environment directly influences the effectiveness of actions and public policies for soil and water conservation and sustainability support. Considering that this complex knowledge is not yet constructed, an incipient mastery of transversal concepts and instruments that permeate between the distinct and overlapping interfaces of the natural, agricultural and urbanized environment is perceived. In this context, it is identified that the problem of soil and water conservation, in these anthropized environments, can be mitigated through the integrated planning of the environment and natural resources. Therefore, it is necessary to establish new conceptions, values and arrangements of indicators, considering the systemic and complex relationships of the environment. Based on this, this work sought to identify the main references to support the planning of actions and public policies for soil conservation and support for socio-environmental sustainability in Santa Catarina river basins. For so much, this review was based on four axes, being: a) guidelines and regulations of soil and water conservation and sustainability support; b) the socio-environmental commitment of the State of Santa Catarina with soil and water conservation; c) the need for a systemic look at the socio-environmental diagnosis; and d) in integrative methodologies of socio-environmental diagnosis and participatory planning. However, it can be concluded that in addition to achieving benefits to the population, planning needs to contemplate complexity of socio-ecological systems. Thus, it is urgent to reconcile economic development with the restoration of the ecosystem functions of the territory, focusing on the real causes of the problems.

KEYWORDS: Sustainability, socio-environmental indicators, systemic vision.

INTRODUÇÃO

A problemática da conservação do solo e da água, ocasionada pela ocupação desordenada agrícola e urbanística do ecossistema natural, pode ser mitigada pelo aperfeiçoamento de programas públicos institucionais de desenvolvimento de bacias hidrográficas. Por meio de um sistema de planejamento participativo, as ações e políticas públicas sócio-ambientais precisam ser desenvolvidas com um enfoque sistêmico. Para isso, é fundamental o desenvolvimento e o acompanhamento de indicadores institucionais, comunitários e técnico-científicos contextualizados em teorias administrativas, econômicas, jurídicas, filosóficas e ambientais.

DIRETRIZES E NORMATIVAS DE CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA E SUPORTE À SUSTENTABILIDADE

Em 1972, logo após a publicação de “Os limites do crescimento”, do Clube de Roma, a ONU realiza em Estocolmo, na Suécia, a “Conferência sobre o Meio Ambiente Humano”. O evento internacional teve como finalidade definir as diretrizes comuns que norteariam a preservação e a melhoria do meio ambiente (UNESCO, 1972). No entanto, as políticas

de proteção ambiental da Conferência de Estocolmo foram vistas como subversivas ao crescimento econômico pelos países em desenvolvimento.

A experiência, desenvolvida de 1930 a 1940, com pesquisa regional, espacialização de impactos e planejamento de bacia hidrográfica foi abandonada, pois eram percebidas como incompatíveis com as diretrizes políticas e econômicas da era desenvolvimentista. Foi apenas entre a década de 1970 e início dos anos 1980 que os planejadores ambientais começaram a resgatar e a integrar as experiências de planejamentos hídricos, estudos de impacto ambiental e avaliações de paisagens. Assim, beneficiou-se da histórica sistematização de conhecimentos já desenvolvidos e das estruturas esquecidas de planejamentos urbanos e regionais que, juntamente com os conceitos ecossistêmicos, passaram a representar as raízes do conhecimento holístico (SANTOS, 2004).

Em termos de diretrizes e normativas brasileiras, constituem-se instrumentos e ações da Política Nacional Agrícola: a assistência técnica e extensão rural; a pesquisa agrícola tecnológica; a proteção do meio ambiente; a conservação e recuperação dos recursos naturais; a formação profissional e a educação rural (BRASIL, 1991). Ainda, esse mesmo dispositivo define alguns deveres ao Poder Público, entre eles: integrar os Estados, os Territórios, os Municípios e as comunidades na preservação do meio ambiente e na conservação dos recursos naturais; disciplinar e fiscalizar o uso racional do solo, da água, da fauna e da flora; coordenar programas de estímulo e incentivo à preservação das nascentes dos cursos d'água e do meio ambiente e o aproveitamento de dejetos animais para conversão em fertilizantes.

Já com relação às normativas técnicas setoriais, o catálogo de Normas da ABNT (2021) apresenta diversos segmentos aplicáveis à gestão ambiental de empreendimentos relativos à água, solo e suporte à sustentabilidade. Servindo de referência para a gestão comunitária, entre os eixos, destacam-se: avaliação de passivo ambiental em solo e água subterrâneos; avaliação do ciclo de vida organizacional; ecotoxicologia aquática; gestão ambiental e gestão para o suporte à sustentabilidade; Avaliação Ambiental de Locais e Organizações - AALO; informações ambientais quantitativas; Verificação da Tecnologia Ambiental - VTA; avaliação do ciclo de vida e avaliação da ecoeficiência de sistemas de produto.

No tocante à regulamentação infraconstitucional catarinense, a Lei Complementar nº 104, de 04 de janeiro de 1994 determina que são funções públicas de interesse regional o planejamento integrado do desenvolvimento regional e a prestação de serviços de utilidade pública. Esse mesmo código define o exercício do poder de polícia administrativa para: a) a preservação ambiental; b) o controle do uso e ocupação do solo; e c) a preservação do patrimônio histórico e cultural (GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA, 1994).

O Código Estadual do Meio Ambiente, em resgate ao postulado na Constituição Estadual, dispõe que para o manejo do solo rural deve ser adotada a bacia hidrográfica como unidade de planejamento. Com base nisso, desconsideram-se as formas geométricas

e os limites das propriedades, de modo a assegurar o adequado escoamento das águas. O regulamento também estabelece que é dever do Poder público estimular, incentivar e coordenar a geração e difusão de tecnologias apropriadas à conservação, melhoramento e recuperação do solo, atendendo à função sócio-econômica e cultural da propriedade, a manutenção das funções ecológicas e o respeito à aptidão de uso e ocupação do solo (GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA, 2009).

O Art. 144 da Constituição do Estado de Santa Catarina, de 1989, rege que a política de desenvolvimento rural deve ser planejada, executada e avaliada com a participação das classes produtoras, trabalhadores rurais, técnicos e profissionais da área, incluindo aqueles dos setores de comercialização, armazenamento e transportes. Ainda, a recuperação ambiental do meio rural deverá atender à manutenção de área de reserva florestal em todas as propriedades, em concordância com a legislação específica (GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA, 1989).

Compete à Secretaria de Estado de Desenvolvimento Rural e da Agricultura, entre outras funções, desenvolver atividades relacionadas à recuperação, conservação e manejo dos recursos naturais e atividades complementares de saneamento rural e de meio ambiente. Essa mesma diligência decreta que cabe à Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S/A - Epagri, entre outros objetivos, promover o desenvolvimento autossustentado da agropecuária no Estado (GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA, 1995).

A Política Municipal de Desenvolvimento Urbano - PMDU delibera que o Estado e o poder municipal devem assegurar, no uso e ocupação do solo, alguns parâmetros como: o controle da expansão urbana e dos vazios urbanos; a proteção e recuperação do ambiente cultural; a manutenção de características do ambiente natural e a criação de áreas de especial interesse social, ambiental, turístico ou de utilização pública. Nesse termo está garantida a participação de entidades comunitárias na elaboração e implementação de planos, programas e projetos e no encaminhamento de soluções para os problemas urbanos (GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA, 1989).

Com relação aos dados de monitoramento da qualidade ambiental, cabe à Secretaria de Estado do Meio Ambiente informar à sociedade periodicamente alguns índices. Entre esses, devem ser atendidas cinco dimensões, sendo elas: a) fauna, flora, ar, solo e recursos hídricos; b) atividades licenciáveis geradoras de resíduos sólidos, efluentes líquidos e gasosos; c) balneabilidade das praias; d) áreas contaminadas; e f) áreas críticas. Complementarmente, a cada 10 (dez) anos, deve ser elaborado o diagnóstico de mapeamento do solo, contemplando, entre outros aspectos, a vegetação nativa, a agricultura, os campos, a biodiversidade e os usos urbanos (GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA, 2009).

O COMPROMISSO CATARINENSE COM A CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA

Na década de 80, grupos governamentais produziram planejamentos regionais, mas poucos conseguiram implantar, efetivamente, planejamentos ambientais. No entanto, a partir dessa época, o planejamento ambiental passa a ser visto como um caminho para a sustentabilidade (SANTOS, 2004).

Nesse contexto, Santa Catarina foi um dos casos de sucesso, iniciando os primeiros trabalhos expressivos em conservação do solo, após de enchentes ocorridas em 1983 e 1984. Estima-se que foram perdidas cerca de 224 toneladas de solo fértil por hectare nas regiões atingidas pelas enxurradas, causando o assoreamento de rios e graves problemas de inundações em diversas áreas do Estado (BACK; FONTANA; CITTADIN, 2000). Os autores ainda destacam que, a partir disso, entre o período de 1987 a 1991, a Associação de Crédito e Extensão Rural de Santa Catarina - Acaresc, vinculada à Secretaria de Agricultura estadual, direcionou seus trabalhos de extensão rural para o manejo integrado de solos e águas em bacias hidrográficas.

Em 1991, teve início a implantação do Programa de Recuperação Ambiental e de Apoio ao Pequeno Produtor Rural - Programa Microbacias, perdurando até o ano de 1999 (SAR, 2010). O programa teve o objetivo de incrementar a produção, a produtividade e a renda da propriedade agrícola, através da promoção e adoção de práticas sustentáveis de manejo e conservação do solo e da água. Atuando em 534 microbacias do estado, com assistência de 103.201 famílias, foi possível superar, em 127,5 %, as metas inicialmente estabelecidas (BACK; FONTANA; CITTADIN, 2000).

Posteriormente, entre 2002 a 2008, perdeu o Projeto Microbacias 2, sendo mais complexo e ambicioso que sua primeira versão. Buscou desenvolver três eixos de ação, sendo eles: a) melhoria das condições de habitação, abastecimento de água e saneamento ambiental; b) melhoria da renda: apoio a empreendimentos agrícolas e não agrícolas, formação de redes, reconversão produtiva da propriedade; e c) recursos naturais e meio ambiente: aumentar a disponibilidade e melhorar a qualidade da água, recuperar e conservar o solo, recuperar e conservar a biodiversidade (MARCONDES, 2011).

Por fim, o último programa governamental chamado Santa Catarina Rural - SC Rural 2010-2016, voltado à competitividade da agricultura familiar, elegeu três principais problemas de cunho ambiental, sendo eles: escassez de água, comprometimento da qualidade da água e a descaracterização dos principais ecossistemas com perda da biodiversidade. A esses problemas foram atribuídas cinco causas, sendo elas: a) as contaminações físicas, químicas e bacteriológicas dos mananciais; b) o uso imprudente dos recursos hídricos; c) a incipiente rotação de culturas associada à compactação dos solos em áreas de lavouras e pastagens e o uso excessivo de dejetos animais como fertilizantes; d) o uso indevido das Áreas de Preservação Permanentes - APP's (mata ciliar, nascentes e encostas); e e) a

pouca adoção de tecnologias alternativas de baixo impacto ambiental (SAR, 2010).

Sendo uma das principais operadoras desses programas, a Epagri tem executado, em carácter permanente, atividades pedagógicas de âmbito não-formal. Por meio da extensão rural e pesqueira e da pesquisa agropecuária, essa instituição tem por finalidade contribuir efetivamente para a elevação da qualidade de vida das famílias rurais. A Epagri atua por meio do ensino de práticas ou técnicas capazes de elevar a produtividade dos solos, das plantas, dos animais, das águas e do trabalho humano (OLINGER, 2020).

Contemporaneamente, além de outras práticas conservacionistas do solo e da água, o terraceamento está sendo resgatado pela Epagri, desconstruindo o entendimento equivocado de que o plantio direto sobre a palha seria suficiente para controlar a erosão. Nesse sentido, é fundamental reconhecer aquilo que se convencionou como “plantio direto”, que muitas vezes leva em consideração somente o preceito da semeadura restrita à linha de semeadura, com conseqüente manutenção dos restos culturais na superfície.

Salienta-se que aquilo que é caracterizado pelo manejo sob o Sistema Plantio Direto - SPD, exige o atendimento de, no mínimo, outros cinco preceitos da agricultura conservacionista, sendo eles: a) a diversificação de espécies, via rotação, sucessão e/ou consorciação de culturas; b) a minimização do intervalo de tempo entre a colheita e a semeadura subsequente, mediante a adoção do processo colher-semear; c) a manutenção do solo permanentemente coberto; e d) a implantação de práticas mecânicas ou obras hidráulicas para disciplinar a enxurrada e controlar a erosão hídrica (REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 2020).

Recentemente, foi validada uma metodologia de avaliação da qualidade do Sistema Plantio Direto – SPD, chamada de Índice de Qualidade Participativa – IQP. Essa metodologia participativa está fundamentada em um conjunto de indicadores relacionados à eficiência do manejo do sistema produtivo, com vistas à adequada rentabilidade, com conservação ambiental. Fazem parte dessa avaliação oito indicadores, sendo eles: intensidade de rotação de culturas; densidade de rotação de culturas; persistência de resíduos (palhada); frequência de preparo do solo; terraceamento correto; avaliação da conservação; fertilização equilibrada e tempo de adoção ao sistema plantio direto (FEBRAPDP, 2021).

Com base em metodologias atualizadas de terraceamento, mais de 1.000 hectares de lavouras e pastagens degradados já foram recuperados em Santa Catarina. Integrando pesquisa e extensão, a Epagri tem implantado Unidades de Referência Tecnológicas - URT's, em parceria com Secretarias Municipais de Agricultura, Cooperativas e outras entidades em todo o estado contando, em algumas delas, com a consultoria técnica da Embrapa Trigo (GARCEZ *et al.*, 2020).

A NECESSIDADE DE UM OLHAR SISTÊMICO SOBRE O DIAGNÓSTICO SÓCIO-AMBIENTAL

Bertol, Wildner e Streck (2019) registram a dificuldade de atuação profissional sistêmica por parte da assistência técnica e extensão rural no Brasil, atribuindo o fato de que esses conhecimentos em ciência do solo geralmente são tratados de modo segmentado. Para Peche Filho (2019), com uma visão holística é possível compreender o ecossistema como um todo interdependente e não compartimentalizado. Assim, pode-se construir diretrizes para ações práticas, integrando saberes tradicionais e conhecimentos técnicos, a fim de reestabelecer as funções hidrológicas do ambiente.

Nesse quesito, é primordial reconhecer que a percepção é afetada pela experiência, condições sociais, ambientais, culturais e também pelo Modelo de Desenvolvimento Econômico - MDE (DIAS, 2004). Portanto, é preciso mudar a concepção equivocada de sustentabilidade que deu origem à atual crise, em que se reduzem os recursos naturais a meros insumos produtivos da razão modernizante. Essa realidade reivindica uma nova racionalidade produtiva ecologicamente sustentável, culturalmente diferente e socialmente justa (LEFF, 2000).

A partir das limitações de uso estabelecidas para áreas naturais frágeis, a expansão das áreas urbanas tem demandado a conversão e a degradação de terras agrícolas. Ao passo que o ambiente urbano frequentemente é afetado pela poluição das águas por agrotóxicos e sedimentos, o meio rural, por sua vez, recebe água contaminada por esgotos e resíduos sólidos. Nessa conjuntura, a paisagem geográfica não apresenta limites sócio-políticos e a solução dessas questões passa pelo entendimento integrado dos processos hidrológicos, pedogenéticos e antrópicos nos ecossistemas rurais e urbanos (PEDRON; SCHENATO; BARONI, 2019).

Por um lado, no Brasil, em Santa Catarina, ainda temos poucos exemplos aplicados à restauração das funções dos solos e da água em meio urbano. Referenciando a temática, Pedron, Schenato e Baroni (2019) caracterizam as alterações antrópicas e o deslizamento de encosta nos solos urbanos. Além disso, os teóricos atribuem de modo inter-relacionado aos ambientes rurais e urbanos os seguintes impactos: erosão hídrica, contaminação dos solos e da água e inundações.

Por outro lado, já estão suficientemente demonstrados nas ciências agrárias os impactos malévolos da erosão hídrica, associados ao manejo inadequado do solo. Entre os principais efeitos, ressaltam-se: perda de nutrientes da lavoura, depreciação das terras, eutrofização dos mananciais com diminuição da disponibilidade de peixes, danificação de estradas, pontes e barragens, vinculação hídrica de patógenos e doenças e o aumento do custo do tratamento da água (BERTOL; WILDNER; STRECK, 2019).

No entanto, para Morin (2008), mais do que uma abordagem sistêmica, o entendimento exige a perspectiva da complexidade. Isso implica em reconhecer a interação

entre diferentes níveis da realidade (objetiva, física, abstrata, cultural, afetiva, entre outras), construindo diferentes olhares decorrentes das diversas culturas e trajetórias individuais e coletivas. No entanto, esse saber complexo não se encontra elaborado e, para isso, é necessário traçar uma senda sobre o desconhecido.

Juridicamente, podem ser atribuídos três grupos de motivos ao esquecimento da responsabilidade civil, sendo eles: 1) funcionais (a visão tradicional da responsabilidade civil com instrumento *post factum*, destinado à reparação e não à prevenção de danos); 2) técnicos (inadaptabilidade do instituto à complexidade do dano ambiental, exigindo dano, autor, vítima, comportamento culposo e nexos causal estritamente determinados); e, 3) éticos (impossibilidade de reconstituição do bem lesado, agregando um valor monetário em última instância) (BENJAMIN, 1995).

Em termos de resultados efetivos, para distribuir custos e obter benefícios ao longo do tempo, são necessárias políticas de longo prazo que permitam dar sequência a certas questões estruturantes. Nesse ínterim, a capacidade analítica de diagnosticar problemas é vital para o sucesso de ações e políticas públicas integradas, sendo que, na prática, a percepção de problemas e soluções são variáveis nos diferentes governos (WU *et al.*, 2014). Com isso, ao passo que é necessário que haja um contexto favorável para a implementação de uma proposta de política pública, a mesma predisposição também precisa ocorrer para haver continuidade.

Corroborando nesse raciocínio, Bertol, Wildner e Streck (2019) defendem que as ações conservacionistas precisam ter perenidade em uma agenda de Estado e sem sujeição a interesses de governo. Para Mello e Costa (2019), mais do que isso, é preciso um sistema de governança do solo, devido ao fato de que o dano ambiental extrapola os limites da propriedade e sua microbacia, podendo chegar à amplitude transcontinental.

METODOLOGIAS INTEGRATIVAS DE DIAGNÓSTICO SÓCIO-AMBIENTAL E PLANEJAMENTO PARTICIPATIVO

O planejamento em microbacias permite planejar adequadamente a ocupação da urbanização de áreas agrícolas, a fim de conservar e manejar o solo e a água. Essa abordagem possibilita integrar metodologias participativas, convidando a sociedade à ação e ao aprendizado, com maior acesso ao poder decisório (KUMMER, 2007).

A histórica experiência catarinense em planejamento está consolidada no Planejamento Estratégico Participativo (PEP) da Epagri. Esse modelo busca contemplar, entre outros aspectos, o contexto cultural dos agricultores, sua percepção objetiva e subjetiva, o saber popular, o empoderamento, a valorização da diversidade e a inclusão social. Configura-se em uma adaptação que funde princípios do planejamento participativo em Bacias Hidrográficas¹, do Diagnóstico Rural Participativo (DRP), do Marco Logico e do

¹ Em termos de planejamento e gestão de recursos naturais, cabe a apreciação da última atualização sobre classificação e caracterização física das bacias hidrográficas de Santa Catarina, elaborada por Back (2014).

Planejamento de Projetos Orientados por Objetivos (PPOO) (EPAGRI, 2016).

Além disso, a abordagem de Pesquisa-Extensão e Aprendizagem Participativas (PEAP) demonstrou ser possível incorporar processos de ação e reflexão sistêmicos entre pesquisadores, extensionistas e agricultores, integrando as ações do Programa Microbacias 2. Essa iniciativa formou equipes técnicas interdisciplinares e interinstitucionais, com a implementação de experiências-piloto (BENEZ *et al.*, 2013) "title": "Pesquisa-Extensão e Aprendizagem Participativas (PEAP).

Nessa conjuntura, é preciso observar que as formas de planejamento idealizadas sempre estão vinculadas com os modelos de gestão pública. Assim, precisamos considerar a evolução e coexistência dos modelos de gestão participativa (protagonismo da população), gestão tecnocrática de Estado Gerencialista (densa participação técnica) e gestão tradicional (projeto político-partidário). Dessa forma, o planejamento sob Estado Gerencialista apresenta-se como a alternativa transparente, pois incide sobre a opinião pública, ao passo que permite defender a autonomia, respeito à missão e uso da expertise institucional (EMATER MG, 2005). Assim sendo, é preciso fortalecer e qualificar o planejamento como uma estratégia para fundamentar a ação, buscando a legitimação política dos planos.

Entre as principais referências estaduais de planejamento, temos o Planejamento Estratégico (2012-2022), o Plano de Gestão Estratégica da Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural da Epagri (2017- 2027) e o Plano de Negócios Anual (EPAGRI, 2020). Essas referências procuram traduzir as demandas de agricultores, suas famílias e organizações de tecnologias e inovações, assistência técnica e extensão rural. Nesse sentido, buscam subsidiar o planejamento nos municípios catarinenses através de ações institucionalizadas para o desenvolvimento local.

Além disso, esses parâmetros apresentam tendências, prospecções, análises de cenários, linhas de pesquisas e ações estratégicas para a extensão rural, assim como indicadores de produtos e resultados a serem alcançados. A sistematização dessas diretrizes concordam que o uso intensivo dos solos, associado à ocupação desordenada e à supressão da vegetação natural tem destruído os ecossistemas. Ainda, que os resíduos de agrotóxicos e industriais, juntamente com os esgotos e os resíduos domiciliares têm causado poluição das águas subterrâneas, lagos, rios e mares (EPAGRI, 2013).

Quanto às diretrizes estratégicas, destacam-se: a adequação ambiental de empreendimentos; pesquisas sobre impacto da produção e busca de alternativas para o uso de resíduos e subprodutos; condições sanitárias e ambientais das áreas aquícolas; construção de processo de educação ambiental, saneamento e tecnologias ambientais em famílias rurais e escolas; desenvolvimento e difusão de pesquisas e tecnologias na área de uso, manejo e conservação do solo e água com formação de uma rede estadual de monitoramento (EPAGRI, 2018).

Em termos de consulta de clientes e beneficiários, associados a produtos e serviços,

o Modelo Geral de Negócios tem se consolidado como umas das últimas atualidades. Com base no diagnóstico do cliente, elabora-se uma proposta de valor, ofertando produtos e serviços para ajudá-los no cumprimento de suas tarefas funcionais, sociais e emocionais. Satisfazendo as necessidades básicas, esse modelo procura considerar os ganhos esperados, assim como os riscos possíveis no desempenho das tarefas dos clientes. Mediante a sistematização e priorização dos elementos das entrevistas, procede-se a validação com representantes de cada segmento de clientes (OSTERWALDER, 2011).

As abordagens metodológicas para a estruturação e integração de temas precisam abarcar as relações existentes entre a natureza e a sociedade, assim como seus fluxos de matéria e energia. Atendendo a isso, a teoria da Ecologia da Paisagem vem sendo usada como um caminho integrador dos temas abordados. Nessa aproximação, a paisagem é observada como um conjunto de unidades naturais alteradas ou substituídas pela ação humana. Com um enfoque regenerador, busca-se reconstituir as condições da biosfera que deram origem à vida do planeta, sob três eixos de caracterização da paisagem: estrutura, funções e de mudanças provocadas pelo homem (SANTOS, 2004).

Um problema exemplar que traduz todo o desafio identificado nesse estudo é a degradação dos parques lineares permanentes e das matas ciliares. Essas formações constituem-se em corredores ecológicos intermunicipais e são representadas pelas faixas de vegetação urbanas e rurais ao longo de rios, córregos ou canais. Com a função de conservação e preservação dos recursos naturais e da biodiversidade, é garantido o uso dessas áreas para atividades de lazer, cultura, esporte, entre outros. Além disso, esses parques ribeirinhos se constituem em soluções urbanísticas para a proteção contra ocupações irregulares e para a redução do impacto de enchentes e inundações (BRASIL, 2018).

Nesse quesito, apenas 20 municípios (7,7 %) em Santa Catarina informaram possuir parques lineares, perfazendo 53,89 km de extensão. Embora se saiba que há parques não informados, esses dados permitem concluir que apenas 0,09 % (53,89 Km) do total dos cursos d'água naturais perenes em áreas urbanas (60.402,06 Km) encontram-se vegetados. Com isso, a média de preservação catarinense encontra-se abaixo da média nacional (2,9 %) e também da média da região Sul (1,7%). Nessa contextualização, vale ressaltar que esses parques devem ter a capacidade de interagir com o ambiente onde estão inseridos, recuperando a finalidade de conservar e preservar os recursos naturais (BRASIL, 2019).

Seguindo essa lógica integrativa, diversos autores defendem a importância da construção de um modelo para classificar e sistematizar conjuntos de indicadores, representando as relações de causa e efeito. Entre os modelos, o mais citado é o da Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OCDE Pressão - Estado - Resposta (PER). Sua base de construção é a causalidade, considerando que as atividades humanas exercem *pressão* sobre o ambiente, alterando a qualidade dos recursos naturais

e modificando seu estado. Conseqüentemente, na medida em que essas perturbações afetam a qualidade do ambiente (*estado*), a sociedade responde com políticas ambientais, econômicas ou setoriais na tentativa de mitigar esses efeitos (*resposta*) (OCDE, 2002).

Como estrutura lógica para abarcar macroprogramas, programas, projetos e planos, o modelo lógico desenvolvido pelo Ipea (2010) configura-se em um instrumento dinâmico e integrador. Essa ferramenta foi desenvolvida com a finalidade de organizar avaliações das intervenções governamentais sob a ótica de Plano Plurianual (PPA). Além disso, esse modelo serve para auxiliar a decisão e o monitoramento da execução do planejamento por parte do financiador ou alocador de recursos.

CONCLUSÃO

A mitigação do impacto da ocupação humana sobre o ambiente requer que a função ecossistêmica de ambos sejam reconhecidas. Para isso, o processo de reordenamento territorial precisa ser incluído no planejamento de bacias hidrográficas, considerando a restauração dos corredores ecológicos naturais associados prioritariamente a: parques lineares urbanos; matas ciliares rurais; áreas estuarinas; manguezais; lagunas; restingas e banhados.

Nessa lógica, evita-se a instalação de novas infraestruturas próximas às áreas de recursos hídricos, desconsolidando construções em horizonte de médio e longo prazo. Essa restauração ambiental pode estar associada à funções paisagísticas, à agricultura e à permacultura urbana, contribuindo para o amortecimento dos impactos sonoros e de emissão de poluentes das cidades. Essa alternativa, além de outros benefícios, cria refúgio para espécies da biodiversidade e controla a proliferação de cinantrópicos (pragas urbanas).

Acompanhando esse raciocínio, é possível concluir que o processo educativo não-formal, a ser desenvolvido pelo Estado de Santa Catarina, requer mudanças de paradigmas. Afinal, os conhecimentos necessários para a mudança ainda não são consensuais e, por isso, não se manifestam nas interpretações das diretrizes e normativas oficiais. No entanto, para que uma nova racionalidade produtiva possa emergir em meio à crise, é preciso adotar uma visão integradora, sistêmica e complexa.

Buscando compatibilizar o planejamento sob a ótica contemporânea do Estado Gerencialista, identifica-se uma oportunidade promissora no sistema de ação institucionalizada para o desenvolvimento local. Desse modo, é possível produzir benefícios contínuos pela ótica da comunidade, em defesa às pressões, riscos e suscetibilidade de relativização do planejamento imposto, muitas vezes, pela gestão tradicional político-partidária. Entretanto, é preciso que haja qualificação constante e transparência no planejamento e na participação social para evitar o descolamento da realidade, a burocratização e o engessamento comprometendo a efetividade do serviço público.

Contudo, partindo de uma sistematização prévia de indicadores de problemas e de resultados esperados, preferencialmente associados índices, devem ser formadas redes político-locais, compreendendo lideranças comunitárias. Caracterizando isso, busca-se despertar a sociedade para problemas sistêmicos muitas vezes não percebidos. Logo, define-se os conceitos e o perfil comunitário ao passo que as prioridades vão sendo ressaltadas.

Além das dinâmicas grupais de consulta e de validação, a sociedade também precisa ser escutada permanentemente sobre seus interesses, de modo individualizado. Baseado nessa diversidade de preferências, devem ser procedidas as sistematizações com a formação de arranjos por grupo de beneficiários. Esses elementos precisam ser transcritos na forma de problemas, resultados intermediários, podendo serem comuns a vários projetos ou programas.

Portanto, o processo educativo ambiental, de carácter formal e não-formal, em oposição à tradição ecológica e contemplativa, precisa mobilizar a revisão dos processos de produção e consumo sob a égide de novos valores políticos e econômicos, fundamentados na ética e no respeito à vida.

REFERÊNCIAS

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Catálogo de normas ABNT**. 2021. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/>. Acesso em: 1 abr. 2021.

BACK, Álvaro José. **Bacias hidrográficas: classificação e caracterização física (com o programa HidroBacias para cálculos)**. Florianópolis: Epagri, 2014. Disponível em: <https://www.epagri.sc.gov.br/index.php/solucoes/publicacoes/livros/>. Acesso em: 5 abr. 2021.

BACK, Álvaro José; FONTANA, Renato Bez; CITTADIN, Durci Feltrin. O projeto microbacias em Santa Catarina. **Revista Tecnologia Ambiente**, Criciúma, v. 6, p. 55–63, 2000. Disponível em: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:2ziRS_yQviAJ:www.sirhesc.sds.sc.gov.br/sirhsc/baixararquivo.jsp%3Fid%3D483%26NomeArquivo%3DO%2520projeto%2520microbacias%2520em%2520Santa%2520Catarina..pdf+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br. Acesso em: 6 abr. 2021.

BENEZ, Mara C. *et al.* **Pesquisa-Extensão e Aprendizagem Participativas (PEAP): a formação de equipes interinstitucionais e a implementação de dez experiências-piloto em Santa Catarina: Documentos**. Florianópolis: Epagri, 2013. Disponível em: <https://www.epagri.sc.gov.br/index.php/solucoes/publicacoes/publicacoes-lista/>. Acesso em: 12 fev. 2021.

BENJAMIN, Antonio Herman V. A proteção do meio ambiente nos países menos desenvolvidos: o caso da América Latina. **Revista Direito Ambiental**, São Paulo, v. 0, p. 83–105, 1995. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/16019248.pdf>. Acesso em: 2 abr. 2021.

BERTOL, Oromar João; WILDNER, Leandro do Prado; STRECK, Edemar. A extensão rural, o manejo e a conservação do solo e da água no Brasil. *In: Manejo e a conservação do solo e da água*. Viçosa: SBCS, 2019.

BRASIL. **Lei nº 8.171, de 17 janeiro de 1991**. Brasília: 1991. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L8171.htm. Acesso em: 29 mar. 2021.

BRASIL. **Diagnóstico de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas**. Brasília: Secretaria Nacional de Saneamento - SNS, 2018. Disponível em: http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ap/2018/Diagnostico_AP2018.pdf. Acesso em: 12 nov. 2019.

BRASIL. **Diagnóstico de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas - Tabela de informações 2018**. Brasília: Secretaria Nacional de Saneamento - SNS, 2019. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-aguas-pluviais/diagnostico-do-servico-de-aguas-pluviais-2018>. Acesso em: 12 dez. 2019.

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

EMATER MG. **Projeto inovar**. Belo Horizonte: Emater, 2005.

EPAGRI, Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural do Estado de Santa Catarina. **Planejamento estratégico 2012-2022**: Documentos. Florianópolis 2013. Disponível em: file:///C:/Users/asses/Downloads/DOC_29870.pdf. Acesso em: 5 abr. 2021.

EPAGRI, Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural do Estado de Santa Catarina. **Aspectos metodológicos da extensão rural e pesquisa do estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2016.

EPAGRI, Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural do Estado de Santa Catarina. **Plano de gestão estratégica da pesquisa agropecuária e extensão rural da Epagri 2017 - 2027**: Documentos. Florianópolis: Epagri, 2018. Disponível em: http://docweb.epagri.sc.gov.br/website_epagri/Cedap/Doc/Planejamento-estrategico-Epagri.pdf. Acesso em: 6 abr. 2021.

EPAGRI, Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural do Estado de Santa Catarina. **Plano de Negócios Anual**. Florianópolis 2020. Disponível em: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:neTO4r6Vg_QJ:transparencia.epagri.sc.gov.br/epagri/gestao/planos-relatorios-e-indicadores/plano-de-negocios-anual/download/2722/1284/25+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br. Acesso em: 5 abr. 2021.

FEBRAPDP, Federação Brasileira do Sistema Plantio Direto. **Índice De Qualidade Participativo**. 2021. Disponível em: <https://www.plantiodireto.org/content/indice-de-qualidade-participativo>. Acesso em: 13 abr. 2021.

GARCEZ, Juliano Gonçalves *et al.* O resgate do terraceamento associado ao plantio direto no Oeste de Santa Catarina. Ponta Grossa, 2020. Disponível em: https://febrapdp.org.br/17enpdp/Anais-17ENPDP_FEBRAPDP_2020.pdf. Acesso em: 6 abr. 2021.

GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA. **Constituição do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: 1989. Disponível em: http://leis.ale.sc.gov.br/html/constituicao_estadual_1989.html. Acesso em: 2 abr. 2021.

GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA. **Lei Complementar Nº 104, de 04 de janeiro de 1994**. Florianópolis: 1994. Disponível em: http://leis.ale.sc.gov.br/html/1994/104_1994_lei_complementar.html

GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA. **Lei nº 9.831, de 17 de fevereiro de 1995.** Florianópolis: 1995. Disponível em: http://leis.alesec.sc.gov.br/html/1995/9831_1995_lei.html. Acesso em: 3 abr. 2021.

GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA. **Lei nº 14.675, de 13 de abril de 2009.** Florianópolis: 2009. Disponível em: http://leis.alesec.sc.gov.br/html/2009/14675_2009_lei.html. Acesso em: 23 mar. 2021.

IPEA, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Como elaborar Modelo Lógico: roteiro para formular programas e organizar avaliação.** Brasília: Ipea, 2010. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=5134. Acesso em: 27 fev. 2021.

KUMMER, Lyda. **Metodologia participativa no meio rural: uma visão interdisciplinar. Conceitos, ferramentas e vivências.** Salvador: GTZ, 2007. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1404515/mod_resource/content/0/metodologia_participativa_no_meio_rural_%281%29.pdf. Acesso em: 4 abr. 2021.

LEFF, Enrique. **Ecologia, capital e cultura.** Blumenau: Edifurv, 2000.

MARCONDES, Tabajara. **Desenvolvimento rural e protagonismo social [dissertação]: o caso do projeto Microbacias 2 de Santa Catarina.** 2011. - UFSC, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/95407/296557.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 15 abr. 2021.

MELLO, Nilvania Aparecida; COSTA, Tiago Modesto Carneiro. Manejo e conservação no contexto da governança do solo. *In: Manejo e a conservação do solo e da água.* Viçosa: SBCS, 2019.

MORIN, Edgar. **O Método I – A natureza da natureza.** 2. ed. Porto Alegre: Sulina, 2008. Disponível em: <https://fr.scribd.com/doc/7125193/Edgar-Morin-O-Metodo-I-A-Natureza-Da-Natureza>. Acesso em: 6 abr. 2021.

OCDE, Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico. **Rumo a um desenvolvimento sustentável:** Cadernos de referência ambiental. Salvador: Centro de Recursos Ambientais, 2002. Disponível em: <https://www.oecd.org/env/indicators-modelling-outlooks/2345364.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2021.

OLINGER, Glauco. **Aspectos históricos da Extensão Rural no Brasil e em Santa Catarina.** Florianópolis: Epagri, 2020. Disponível em: https://www.faser.org.br/uploads/files/2020/41319_aspectos_historicos_da_extensao_rural_no_brasil_e_santa_catarina.pdf. Acesso em: 6 abr. 2021.

OSTERWALDER, Yves Pigneur. **Business Model Generation - Inovação em Modelos de Negócios: um manual para visionários, inovadores e revolucionários.** Rio de Janeiro: Alta Books, 2011. Disponível em: <http://www.gestaoporprocessos.com.br/wp-content/uploads/2014/06/Business-Model-Generation.pdf>. Acesso em: 5 abr. 2021.

PECHE FILHO, AFONSO (Instituto Agonômico de Campinas-IAC). Manejo e a conservação do solo e da água com vistas à agricultura conservacionista: uma visão holística. *In: Manejo e a conservação do solo e da água.* Viçosa: SBCS, 2019.

PEDRON, Fabrício de Araújo; SCHENATO, Ricardo Bergamo; BARONI, Magno. Conservação do solo e da água em ambientes urbanos. *In: Manejo e a conservação do solo e da água.* Viçosa: SBCS, 2019.

REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE.
Informações técnicas para trigo e triticale - safra 2020. 13. ed. Passo Fundo: Biotrigo Genética, 2020. Disponível em: <https://www.conferencebr.com/conteudo/arquivo/informacoestecnicasparatrigoetricalesafra2020-1597089276.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2021.

SANTOS, Rozely Ferreira dos. **Planejamento ambiental: teoria e prática.** São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SAR, Secretaria de Estado da Agricultura e Desenvolvimento Rural. **Manual Operativo. Programa de Competitividade da Agricultura Familiar de Santa Catarina:** 1. Florianópolis: SAR, 2010.

UNESCO, Organização das Nações Unidas para a Educação a Ciência e a Cultura. **Report of the United Nations Conference on the Human Environment.** Stockholm: ONU, 1972. Disponível em: <http://www.un-documents.net/aconf48-14r1.pdf>. Acesso em: 6 abr. 2021.

WU, Xun *et al.* **Guia de políticas públicas: gerenciando processos.** Tradução Ricardo Avelar de Souza. Brasília: Enap, 2014. Disponível em: [https://repositorio.enap.gov.br/bitstream/1/2555/1/Guia de Políticas Públicas Gerenciando Processos.pdf](https://repositorio.enap.gov.br/bitstream/1/2555/1/Guia%20de%20Políticas%20Públicas%20Gerenciando%20Processos.pdf). Acesso em: 1 abr. 2021.

VELOCIDADE DE INFILTRAÇÃO BÁSICA EM ÁREAS COM DIFERENTES USOS E MANEJOS

Data de aceite: 01/07/2021

Data de submissão: 06/04/2021

Bruna de Souza Silveira

Instituto Federal do Triângulo Mineiro, IFTM
Uberaba – MG
<http://lattes.cnpq.br/2247497918854130>

Rodrigo Paixão de Melo

Instituto Federal do Triângulo Mineiro, IFTM
Uberaba – MG
<https://orcid.org/0000-0003-4280-0922>

Carlos Augusto Campos da Cruz

Instituto Federal do Triângulo Mineiro, IFTM
Uberaba – MG
<http://lattes.cnpq.br/2212886341152618>

Simone Maria Marçal Gonçalves

Instituto Federal do Triângulo Mineiro, IFTM
Uberaba – MG
<https://orcid.org/0000-0002-7266-2607>

Guilherme Alves de Melo

Instituto Federal do Triângulo Mineiro, IFTM
Uberaba – MG
<http://lattes.cnpq.br/7614816881739023>

Heuler Hordones Chaves

Instituto Federal do Triângulo Mineiro, IFTM
Uberaba – MG
<http://lattes.cnpq.br/1572969815830082>

RESUMO: A infiltração de água no solo é o processo de entrada por meio da superfície do solo. O conhecimento da velocidade de infiltração

básica da água no solo é de fundamental importância para definir técnicas de conservação do solo, planejar e delinear sistemas de irrigação e drenagem, bem como auxiliar na composição de uma imagem mais real da retenção da água e aeração no solo. O presente estudo objetivou determinar as curvas da velocidade de infiltração básica de água no solo pelo método de infiltrômetro de anel, em uma área sob pousio com soja perene com cinco anos e uma área de pousio com manobra de trator. O infiltrômetro de anel é um equipamento composto por dois anéis (50 e 25 cm de diâmetro e 30 cm de altura), que são instalados de forma concêntrica e enterrados a 15 cm. Esse método é simples e prático para determinação da velocidade de infiltração básica da água solo. O solo é caracterizado com textura franco-arenosa e sua VIB (velocidade de infiltração básica) na área de pousio com soja perene foi classificada como rápida (100 mm h^{-1}) enquanto que na área de pousio com manobra foi classificada como moderada (28 mm h^{-1}), indicando o efeito da compactação superficial pelo trânsito de máquinas.

PALAVRAS-CHAVE: Manejo; Soja perene; Manobra de trator.

BASIC INFILTRATION SPEED IN AREAS WITH DIFFERENT USES AND MANAGEMENT

ABSTRACT: Water infiltration into the soil is the process of entering through the soil surface. Knowledge of the speed of basic water infiltration into the soil is of fundamental importance to define soil conservation techniques, plan and design irrigation and drainage systems, as well

as assist in the composition of a more real image of water retention and aeration in the soil. The present study aimed to determine the curves of the speed of basic water infiltration in the soil by the ring infiltrometer method, in an area under fallow with perennial soybeans with five years and a fallow area with tractor maneuver. The ring infiltrometer is an equipment composed of two rings (50 and 25 cm in diameter and 30 cm in height), which are installed concentric and buried at 15 cm. This method is simple and practical for determining the basic infiltration rate of soil water. The soil is characterized with a sandy-loam texture and its VIB (basic infiltration speed) in the fallow area with perennial soybean was classified as fast (100 mm h⁻¹) while in the fallow area with maneuver it was classified as moderate (28 mm h⁻¹), indicating the effect of surface compaction by machine traffic.

KEYWORDS: Management; Perennial soybeans; Tractor maneuver.

1 | INTRODUÇÃO

A infiltração é o processo pelo qual a água penetra no solo por meio da sua superfície. É um processo de grande importância, pois afeta diretamente o escoamento superficial, que é o componente do ciclo hidrológico (NETO et al., 1999).

O processo de infiltração ocorre porque a água da chuva ou da irrigação, na superfície do solo tem potencial total aproximadamente nulo e a água do solo tem potencial negativo. Quanto mais seco estiver o solo, será estabelecido um gradiente de potencial total, que é a soma dos potenciais gravitacional e matricial.

No início da infiltração, quando o solo está relativamente seco, o potencial matricial é relativamente grande em relação ao potencial gravitacional. Ao longo do tempo de infiltração, com o umedecimento do solo e redução do potencial matricial, o gradiente de potencial total passa a ser igual ao potencial gravitacional (REICHARDT, 1987). Por isso o processo de infiltração é um processo desacelerado (ARAÚJO FILHO & RIBEIRO, 1996) que assume um valor constante após um determinado tempo, denominado de velocidade de infiltração básica (VIB).

O entendimento sobre a velocidade da infiltração (determina o tempo em que uma quantidade de água leva para ser incorporada ao solo) é de suma importância para determinação das técnicas de conservação do solo. Santos, Souza e Montenegro (2016) demonstraram as diferenças entre as taxas de infiltração, quando comparado diversas técnicas de conservação do solo e coberturas, concluindo que as taxas básicas de infiltração são menores para as condições de solo nu e feijão cultivado em declive.

A textura e estrutura do solo influenciam diretamente na velocidade da infiltração, que pode diminuir com o aumento do tempo de aplicação de água, ou seja, a princípio é relativamente alta (particularmente quando o solo está inicialmente muito seco), e vai diminuindo, até um valor quase constante, denominado, velocidade de infiltração estabilizada (K_o), ou ainda velocidade de infiltração básica da água no solo (VIB), podendo esta ser classificada como: muito lenta, lenta, moderadamente lenta, moderada, moderadamente rápida, rápida, muito rápida e extremamente rápida.

O valor de (Ko) de um solo é de fundamental importância em sistemas de irrigação, pois indicará quais métodos de irrigação possíveis de serem usados naquele solo, bem como determinará a intensidade de precipitação máxima antes que ocorra escoamento superficial (NETO et al., 1999).

Infiltração acumulada ou capacidade de infiltração é outro termo utilizado, para identificar a quantidade máxima de água que pode infiltrar no solo, em um dado intervalo de tempo, sendo expresso geralmente em mm. A taxa (velocidade) de infiltração é definida como a lâmina de água (volume de água por unidade de área) que atravessa a superfície do solo, por unidade de tempo. A taxa de infiltração pode ser expressa em termos de altura de lâmina d'água ou volume d'água por unidade de tempo (mm h^{-1}).

O objetivo deste estudo foi determinar a velocidade de infiltração básica de água no solo, pelo método de infiltrômetro de anel, em um solo de pousio com soja perene, com cinco anos de plantio, e uma área de pousio com manobra de trator.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no IFTM *campus* Uberaba-MG, localizado entre as coordenadas 19 ° 39 ' 19 " S, 47 ° 57 ' 27 " W, altitude de 795 m e clima do tipo Aw (tropical quente, inverno frio e seco) segundo Köppen num Latossolo Vermelho distrófico apresentando na camada de 0,0 a 0,2 m, 220 g kg^{-1} de argila, 730 g kg^{-1} de areia e 50 g kg^{-1} de silte.

Foram avaliadas duas áreas uma próxima da outra no setor de horticultura do IFTM – Campus Uberaba, em junho de 2018. Uma área estava em pousio com cobertura de soja perene há cinco anos; a outra área também estava em pousio, porém sem planta de cobertura e onde é realizado manobra de trator frequentemente.

O parâmetro avaliado foi a velocidade de infiltração básica (VIB) com três repetições em cada área. A velocidade de infiltração básica (VIB), foi determinada seguindo metodologia de BERNARDO et al., (2006), utilizando-se o método do infiltrômetro de anel, que consiste em dois anéis, colocados concêntricamente e nivelados, sendo o menor com diâmetro de 25 cm e o maior com 50 cm, e altura de 30 cm, cravados até a metade.

O anel externo tem como finalidade reduzir o efeito da dispersão lateral da água infiltrada do anel interno. Assim, a água do anel interno infiltra no perfil do solo em direção predominante vertical, o que evita a superestimativa da taxa de infiltração. Após a instalação dos anéis, enterrando-os no solo até aproximadamente metade de sua altura, colocou-se água nos dois anéis.

Com uma régua, acompanhou-se a infiltração vertical da água no anel interno, em intervalos em tempos de (2, 3, 5, 10, 10, 15, 15, 15 e 15 minutos) totalizando 1 hora e 30 minutos a contar do instante zero, observando-se em um cronômetro simultaneamente. O critério adotado neste trabalho para condição de taxa de infiltração constante foi quando o

valor de leitura da carga de água no cilindro interno ficou próximo pelo menos três vezes.

A partir dos dados obtidos em campo foi possível determinar o tempo e a infiltração acumulados e a velocidade de infiltração básica (mm h^{-1}) e classificá-la de acordo com a tabela abaixo.

Classe	Ko valor (mm/h)
Muito lenta	< 2
Lenta	3 - 5
Moderadamente lenta	6 - 12
Moderada	13 - 30
Moderadamente rápida	31 - 60
Rápida	61 - 100
Muito rápida	101 - 200
Extremamente rápida	>200

Tabela 1: Classificação de velocidade de infiltração de água no solo.

Fonte: NETO et al.,(1999).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se que embora a taxa instantânea de infiltração nos minutos iniciais seja maior na área com manobra de tratores, após 10 minutos de teste a área com cobertura de soja perene manteve altos valores (Figuras 1 e 2). Isso pode ser atribuído, possivelmente, à maiores teores de matéria orgânica e aos bioporos produzidos pela decomposição do sistema radicular e/ou atividade da fauna do solo. Segundo Fernandes (2018) Nas áreas que apresentaram qualidade física e infiltração de água superior, associa-se ao excelente manejo, de forma planejada garante alta e permanente cobertura vegetal do solo, corroborando com o resultado obtido na área de pousio com soja perene.

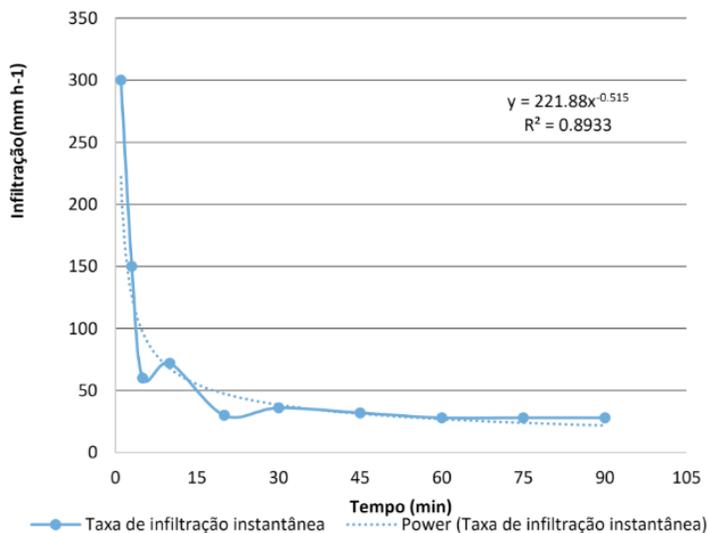


Figura 1: Velocidade de infiltração básica em área de pousio com manobra de trator.

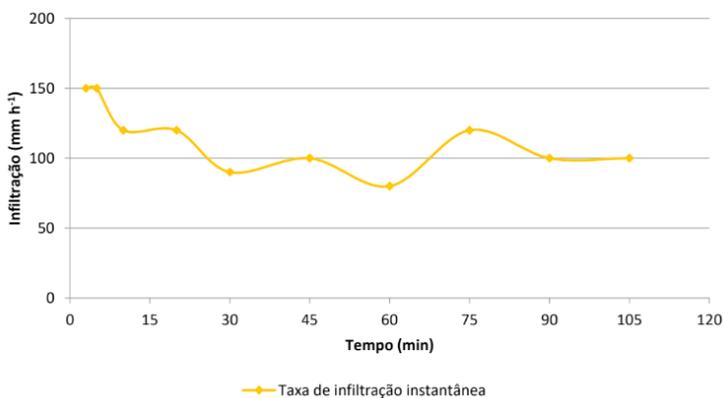


Figura 2: Velocidade de infiltração básica em área de pousio com soja perene.

Segundo Araújo Filho & Ribeiro (1996), vários são os fatores do solo que interferem na magnitude da velocidade de infiltração básica. Esses fatores estão associados às propriedades físicas do solo, da própria água, e do manejo adotado (DICKERSON, 1976).

A perda na qualidade física do solo devido a seu manejo, como o tráfego intenso de máquinas, pode elevar o estado de adensamento do solo com alta probabilidade de oferecer riscos de restrição ao crescimento radicular (REINERT, REICHERT, 2006). A redução na macroporosidade influencia diretamente a capacidade de infiltração e drenagem de água no solo e sua capacidade de aeração (HILLEL, 1998).

Na Tabela 2 são mostrados os valores da velocidade de infiltração básica (VIB) em que se observa que na área ocupada com soja perene a VIB foi de 100 mm h⁻¹ sendo

como rápida enquanto na área com manobra de trator o valor médio foi de 28 mm h⁻¹ sendo classificado como moderada. Como a intensidade de precipitação na região ocorre com altos valores é de se esperar que nesta área ocorra com maior facilidade o escoamento superficial da água sobre o solo o que pode possibilitar processos erosivos e menor armazenamento de água no solo.

ÁREAS	VIB média (mmh ⁻¹)	CLASSIFICAÇÃO
Pousio com soja perene	100	Rápida
Pousio com manobra de trator	28	Moderada

Tabela 2: Classificação da velocidade de infiltração básica (VIB).

Este estudo demonstrou que a cobertura do solo e principalmente o manejo interfere na taxa de infiltração instantânea e estabilizada de água no solo.

4 | CONCLUSÃO

Os solos com boa cobertura vegetal e sem revolvimento apresenta uma velocidade de infiltração mais rápida, quando comparado com um solo descoberto e com tráfego de máquinas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Instituto Federal do Triângulo Mineiro *Campus* Uberaba - MG por ceder a área e os materiais para a condução do estudo

REFERÊNCIAS

ARAÚJO FILHO, J. C.; RIBEIRO, M. R. Infiltração de água em Cambissolos do Baixo do Irecê (BA). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.20, p.263-370, 1996.

BERNARDO, S; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8. Ed. 625 p.

DICKERSON, B.P. Soil compactation after tree-length skidding in northern Mississippi. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.40, n.6, p.965-966, Nov./Dec. 1976

FERNANDES, F.M.A. Qualidade do sistema plantio direto e sua relação com a erosão do solo e o meio ambiente. **Dissertação - Programa de Pós Graduação em Mestrado Profissional em Desenvolvimento Rural**, UNICRUZ, Cruz Alta – RS, 2018.

HILLEL, D. *Environmental soil physics*. New York: Academic Press, 1998. 771p

NETO, R. A. et al. Roteiro de aulas práticas de morfologia do solo. **3ª ed. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**. RJ.1999.

REICHARDT, K. A água em sistemas agrícolas. **São Paulo, Manole**, 1987. 188 p.

REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. Propriedades Físicas Do Solo. **Universidade Federal de Santa Maria**. CCR. Santa Maria, maio, 2006.

SANTOS, T. E. M. dos; SOUZA, E. R. de; MONTENEGRO, A. A. A. Modeling of soil water infiltration with rainfall simulator in different agricultural systems. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 20, p.513-518, maio 2016.

DESCRIÇÃO MICROMORFOLÓGICA DE MATERIAL PEDOLÓGICO DO AFLORAMENTO BANANAS 1, RIO BANANAS, GUARAPUAVA – PR

Data de aceite: 01/07/2021

José Henrique Kaminski

Acadêmico do curso de Geografia -
Bacharelado da Universidade Estadual
do CentroOeste. Bolsista do Programa de
Educação Tutorial – PET – Geografia. Aluno –
ICV – UNICENTRO

Maurício Camargo Filho

Docente do curso de Geografia da
Universidade Estadual do CentroOeste

RESUMO: O presente trabalho foi desenvolvido em uma encosta situada na bacia do rio Bananas, na margem direita do rio. O local denominado afloramento Bananas 1 forneceu 16 amostras indeformadas para descrição microscópica. Desse total foram descritas três lâminas representativas das três unidades identificadas em campo. As lâminas forneceram informações sobre o arranjo microscópico do esqueleto, matriz e demais feições micromorfológicas. A descrição das lâminas delgadas permitiu a formulação de hipótese das mudanças no pedoambiente da encosta. Essa hipótese sugere que no passado as unidades identificadas tiveram disponibilidade de água no pedoambiente que impedia o ressecamento destas, mas não era suficiente para gerar um ambiente anóxico. Posteriormente o pedoambiente foi submetido a novas condições de diroginâmia de subsuperfície, o que impôs uma ciclicidade na disponibilidade de água no pedoambiente.

PALAVRAS-CHAVE: Lâminas delgadas de

paleossolos; material sedimentar; microscopia de sedimentos.

ABSTRACT: The present work was developed on a slope located in the Bananas River basin, on the right bank of the river. The Bananas 1 outcrop site provided 16 undisturbed samples for microscopic description. Of this total three slides representing the three units identified in the field were described. The slides provided information about the microscopic arrangement of the skeleton, matrix and other micromorphological features. The description of the thin blades allowed the hypothesis to be formulated for changes in the pedoenvironment of the slope. This hypothesis suggests that in the past the identified units had water availability in the pedoenvironment that prevented their drying out, but it was not enough to generate an anoxic environment. Subsequently, the pedoenvironment was subjected to new conditions of subsurface dirogyne, which imposed a cyclicity in the availability of water in the pedoenvironment.

KEYWORDS: Thin sheets of paleosols; sedimentary material; sediment microscopy.

1 | INTRODUÇÃO

O solo é o produto de vários processos ambientais, ligados à biota, ao clima, ao relevo e a litologia. A pedogênese é a interação entre estes processos que atuam em conjunto. Exemplo dessa ação conjunta é o intemperismo que nada mais é que o conjunto de processos físicos, químicos e biológicos que ocasionam a desintegração e decomposição das rochas. O

resultado dessa alteração é o solo ou sedimento. Neste trabalho se compreende o solo como um sistema aberto, como transformador de energia e como produtos do ambiente (RETALLACK, 1991). Já sedimento é o material originado por intemperismo e erosão de rochas e solos, sendo transportados por agentes geológicos que se acumulam em locais baixos, desde os sopés de encostas às planícies aluvionares, até as grandes bacias geológicas ou sedimentares. Indubitavelmente os depósitos pedológicos ou sedimentológicos estão sujeitos a processos intempéricos, de erosão, transporte e nova deposição. O solo também pode ser entendido como um corpo dinâmico e tridimensional, cujo perfil possui não apenas significado vertical, mas também lateral, na medida em que o alinhamento dos perfis transversais e longitudinais, do topo à base da encosta, permite identificar não apenas a distribuição dos horizontes, mas também suas inter-relações (BREWER, 1976; ANDREIS, 1981; BULLOCK *et al.*, 1985; CASTRO, 1999). Isto se deve ao fato dos solos resultarem de processos formadores complexos (BULLOCK, 1985). É justamente nesta complexa organização pedológica que estão contidas informações, cuja ordem de grandeza varia do quilômetro (km) a micra (μm) e ao Ângstron (\AA). Isto significa que a leitura de informações contidas nos perfis de solo envolve desde descrições detalhadas de campo até sondagens micro e ultramicroscópicas (CASTRO, 1999). Andreis (1981) ressalta que a identificação de certos elementos da fábrica do solo, a olho nu, ou mesmo com auxílio de lupa é difícil, tanto para solos atuais como para paleossolos, por isso o estudo micromorfológico tem-se tornado o método mais eficaz e importante para sua descrição e interpretação. Bullock *et al.* (1985) consideram que a micromorfologia é uma das técnicas mais importantes para desvendar a história evolutiva de um solo, incluindo aqui os paleossolos e sedimentos. Segundo Castro (1999), a micromorfologia dos solos destina-se a compreender as micro-organizações pedológicas, trabalhando com constituintes e organizações cujas medidas vão do milímetro (mm) a micra (μ). Esta ordem de grandeza permite o detalhamento dos agregados dos horizontes do solo e suas relações, subsidiando deduções a respeito dos processos pedológicos.

Bullock *et al.* (1985) enfatizam que a combinação de descrições macro e micromorfológicas permitem relacionar feições observadas em lâminas delgadas com aquelas observadas no perfil do solo. A descrição e interpretação de lâminas delgadas de material pedológico do afloramento Bananas 1 como proposto aqui permitirão compreender o arranjo e distribuição de feições micromorfológicas em material alóctone e autóctone do afloramento pesquisado, através das microfeições pedológicas e morfológicas presentes em lâminas delgadas.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho será realizado essencialmente com material coletado em campo que precisará ser micromorfológicamente descrito. A técnica adotada será a de Silva (2013).

Para tal tarefa as amostras serão inicialmente cortadas já impregnadas com resina em tabletes de 2,5 cm por 1,2 cm. Esses tabletes serão colados a lâminas microscópicas para posterior leitura das mesmas.

Depois de efetuada a colagem, as amostras (total de 16 amostras aproximadamente) serão desgastadas em abrasivo até a espessura de 2 mm. Esta fase do trabalho será lenta e ao mesmo tempo crucial para a finalização das lâminas. Isto porque o excesso de pressão sobre o material poderá promover a fratura e desagregação do conteúdo sedimentar.

Após essa espessura as lâminas serão novamente tratadas com resina e após 72 horas submetidas à laminação em laminadora Studers. Nessa fase do trabalho as amostras serão desgastadas até a espessura de 30 μ . Obtida essa espessura as lâminas serão sistematicamente descritas em microscópio petrográfico.

Durante o período de leitura das lâminas, as feições identificadas serão sistematicamente cadastradas e descritas, bem como sua posição dentro da lâmina e no perfil em campo.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área de estudo está localizada no Terceiro Planalto Paranaense, mais especificamente no platô de Guarapuava. De forma geral a paisagem é caracterizada por amplas colinas e vales pouco profundos na área correspondente aos derrames ácidos e suaves a fortemente dissecada na porção mais ao sul do município de Guarapuava (SILVA, 2013).

O clima é caracterizado, segundo a classificação de Koppen, como Cfb, ou seja, clima temperado com temperaturas médias no mês mais frio abaixo de 18°C (IAPAR, 2013). Segundo Thomaz e Vestena (2003) a temperatura média anual de Guarapuava é de 17°C, variando de 17,5°C a 15,9°C.

Já a cobertura vegetal é caracterizada por floresta subtropical úmida e subtropical mista com araucárias (CALEGARI, 2008). Ainda na região do Terceiro Planalto há a formação dos campos integrados às araucárias onde ocorre desenvolvimento de espécies com valores econômicos como a Canela, Imbuia, Ervamate, Cedro Rosa, Xaxim dentre outras (PASSOS 2014).

O afloramento Bananas 1 está situado na bacia do rio Bananas na margem direita do rio homônimo. O local constitui-se de parte de encosta exposta por corte de estrada vicinal. A base do afloramento é formada por rochas basálticas melanocráticas sem presença (visível) de amígdalas ou vesículas nem de fragmentos de quartzo. A não identificação de fragmentos de quartzo na constituição desses basaltos não implica na inexistência dos mesmos. A porção de rocha exposta é insuficiente para se chegar a uma descrição pormenorizada dela. Além disso, o material exposto apresenta alto grau de alteração.

Sobreposto à rocha descrita, encontra-se o afloramento o qual é constituído pela zona

de contato com a rocha, a alterita, o horizonte “C”, “B”, “A” e a serapilheira. O contato entre a alterita e a rocha é difuso. Entretanto o que foi possível observar a vista desarmada é que a feição dessa unidade sugere que a mesma mantém a herança da estrutura litológica que a originou. Essa unidade tem cor vermelho amarelada (7.5YR 8/6) e sinais de bioturbação originada principalmente por insetos e animais escavadores. Também foi possível identificar a presença de raízes em posição de vida, as quais estão, possivelmente, associadas à vegetação que crescia na face do afloramento. Além dessas raízes foram identificadas outras na posição sub-horizontal que podem ou não estar relacionadas à cobertura vegetal da face exposta do afloramento. O material, arenosiltoso, possui fragmentos de quartzo e sinais de óxido de manganês.

A unidade “C” tem cor vermelho amarelada (7.5YR 6/6) e é areno-silticoargilosa. Possuem raízes em posição de vida, biotúbulos originados por insetos escavadores e fragmentos de quartzo e basalto subarredondados bem alterados. A superfície exposta do afloramento dessa unidade também apresenta gramíneas dispersas, o que pode indicar a origem das raízes em posição de vida.

Já o horizonte “B”, de cor marrom forte (7.5YR 5/8), é argilo-siltoso, como nas demais unidades subjacentes possui raízes em posição de vida e biotúbulos oriundos de insetos escavadores e de raízes em estado de decomposição. Também foi possível identificar poros planares macroscópicos oriundos, possivelmente, de processos de ressecamento da superfície exposta à atmosfera. Foram identificados grânulos (1%) constituídos de basalto muito alterado subarredondado e fragmentos de quartzo.

O horizonte “A”, com cor marrom muito escura (7.5YR 4/3), possui muitas raízes em posição de vida, poros planares, oriundos de ressecamentos, cavidades e biotúbulos macroscópicos. A matriz é argilo-siltosa, sem presença macroscópica de fragmentos de quartzo nem de outro tipo de areia grossa ou grânulos.

Finalmente a serapilheira não possui mais de 5 cm de espessura e é constituída, principalmente, por fragmentos de gramínea seca e em estado de decomposição. Sobre o afloramento prolifera gramínea e arbustos. A superfície é destinada à agropecuária, com alternância de plantios e criação de gado.

3.1 Descrições das lâminas delgadas

Como já descrito anteriormente, foi previsto a construção de 16 lâminas delgadas para o afloramento Bananas 1. Entretanto devido a problemas de impregnação parte das lâminas construídas foram perdidas no momento de laminação. Esse problema ocorre em função da presença de material muito fino, com presença dominante de criptoporos e mesmo devido ao percentual de resina diluída utilizada no processo de impregnação. Outro fato digno de nota é a saturação das lâminas com ferro ou matéria orgânica que tornam a lâmina isotrópica por opacidade, impedindo a identificação e descrição das feições micropedológicas.

Dessa forma serão descritas 3 lâminas representativas do afloramento. Embora os resultados não sejam suficientemente satisfatórios para identificar as possíveis mudanças micromorfológicas ao longo do perfil, as lâminas contêm informações suficientes para nos dar uma idéia do pedoambiente dessas unidades descritas.

3.1.1 Lâmina 1

a) Descrição

Esta seção delgada foi elaborada com material oriundo do horizonte “C” extraído a aproximadamente 2,10 m da superfície ou do topo do afloramento. O material da lâmina tem cor bruno escura, possivelmente em função da presença de ferro. A textura é síltico-arenosa e a distribuição relativa (*c/f*) é aleatória. O contato entre os grãos é saturado, pontual e a distribuição de base é aleatória. O esqueleto é constituído por quartzo e plagioclásio anguiliforme. Os poros são planares parcialmente preenchido por cutãs. A maior parte do material é isotrópica por opacidade em função, provavelmente, da presença de ferro (figura 1).

b) Interpretação

A descrição da lâmina demonstra que a unidade sofreu retrabalhamentos ao longo do tempo. A distribuição de base aleatória, identificada na lâmina, sugere retrabalhamento do material devido à atividade biológica ou devido a mudanças nas condições hídricas do pedoambiente. Isto parece ser corroborado pela presença de juntas planares (*joint planes*) cuja origem, frequentemente, é associada a períodos de umedecimento seguidos de ressecamento (CATT, 1990).

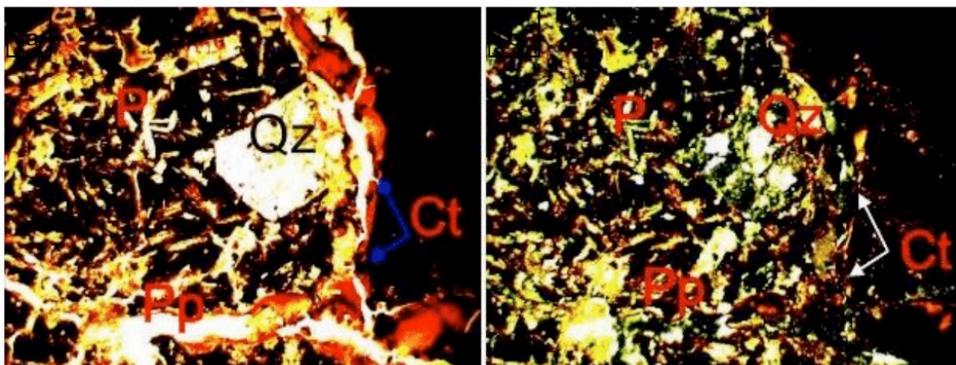


Figura 1 – Microfotografia da lâmina 1 pertencente à unidade denominada como horizonte “C”. em: A) microfotografia com nicóis. Note a presença maciça de plagioclásios anguiliformes (P). Os poros (Pp) são poros planares preenchidos parcialmente por (Ct) cutãs, os quais apresentam sob nicóis X indícios de remobilização. Possivelmente os poros planares é oriundo de processos cíclicos de ressecamento e umidificação sucessivos. B) microfotografia com nicóis X.

3.1.2 Lâmina 2

a) Descrição

Esta lâmina pertence à unidade considerada como horizonte “B”. O material não possui distinções ou domínios diferenciados ao longo da lâmina. Isso parece estar relacionado à homogeneidade da matriz, poros, esqueleto fábrica e pedofeições não aparentam possuir ou apresentar domínios ou subdivisões. De forma geral pode-se descrever a amostra com cor bruna e textura franco-argilo-arenosa, sem sinais claros de pedalidade. A distribuição relativa (*c/f*) aparenta ser classificada como quitônica. Os clastos aparentemente são suportados, mas sua classificação é difícil em função da opacidade gerada pela presença possivelmente de ferro. A fábrica não apresenta estratificação nem gradação e o contato entre os grãos parece ser saturado. Os poros são metaporos (movimentação mecânica ou biológica) parcialmente preenchidos por cutãs os quais apresentam sinais de retrabalhamento (figura 2).

b) Interpretação

A descrição da lâmina delgada (figura 2) demonstra que a distribuição relativa é quitônica e as principais pedofeições são poros (metaporos) e cutãs de poros com ou sem laminação e extinção estriada a difusa. Foi detectada, mesmo que de forma pouco comum, a presença de cutãs intergeminados, o que sugere a reorganização do solo devido, provavelmente, a um regime de umidificação e ressecamento dessa unidade. Também foi identificada uma feição que foi classificada como hipocutã. Essa feição, segundo Nahon (1991) poderia estar indicando a invasão de um criptoporo de elemento enraizante. Em outras palavras o hipocutã é parte do cutã que representa o depósito ou precipitação do material a partir da solução circundante num sistema de macro e microporosidade, o qual foi penetrado por raiz e posteriormente difundiu plasma nas criptocavidades.

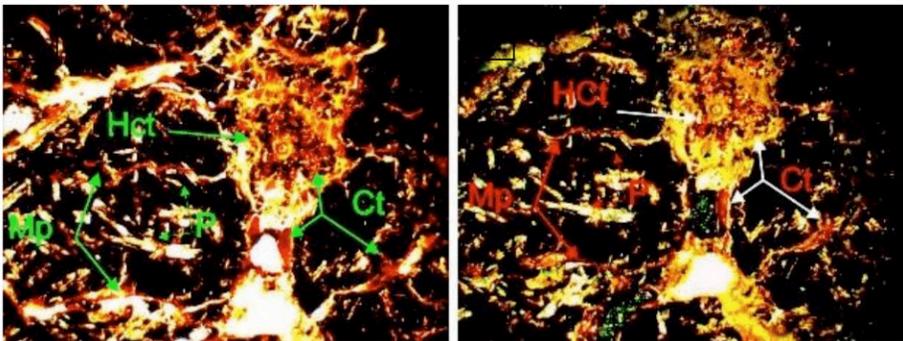


Figura 2 – Microfotografia da lâmina 2 correspondente a unidade denominada de horizonte “B”. a) microfotografia com nicóis paralelos destacando o hipocutã (HcT), cutã de preenchimento (Ct), metaporos (Mp) e esqueleto constituído basicamente por plagioclásios. B) microfotografia com nicóis paralelos.

3.1.3 Lâmina 3

a) Descrição

Esta lâmina pertence à unidade denominada horizonte “A” e foi extraída a aproximadamente 25 cm de profundidade. A análise do conjunto da lâmina demonstra que o material é pédico com textura aparentemente argilosiltosa, cor bruna (luz natural). A trama é porfírica fechada tendendo a porfírica aberta. A matriz é polimodal, sem estratificação e/ou gradação. A distribuição de base é aleatória sem bandeamento e a distribuição relativa (semelhantes em relação a indivíduos diferentes) é porfírica. O esqueleto é constituído aparentemente por plagioclásios e quartzo anguloso, na fração areia média e fina.

De forma geral o plasma é opaco, provavelmente devido à presença de ferro e/ou matéria orgânica. A presença de pedofeições restringe-se a cutãs e pedotúbulos preenchidos com sinais de retrabalhamento.

b) Interpretação

A lâmina corresponde, no perfil, a unidade denominada de horizonte “A”. A descrição de campo indica que esse horizonte foi, por certo tempo, submetido à constante retrabalhamento, seja pela ação de implementos agrícolas, movimentação de máquinas, aplicação de adubos e inseticidas para uso agropecuário. Embora o local de extração da amostra esteja fora da influência direta do uso agrícola da terra, aparentemente o perfil amostrado não pode ser considerado como isento da ação mecânica dos implementos agrícolas.

A descrição micromorfológica demonstra que a unidade foi submetida a esforços de tensão (figura 3), seja através de ciclicidade no processo de ressecamento e umedecimento ou mesmo por alternância de pressão na superfície (compactação) da unidade. A presença de alto índice de poros planares parece corroborar essa hipótese.

A presença de cutãs de preenchimento com sinais de retrabalhamento em função da extinção estriada a ausente corrobora a hipótese de ciclicidade na alternância de processos de ressecamento e umidificação do solo. Além dessas feições foram identificados nódulos típicos opacos subarredondados, fortemente individualizados, fracamente adesivos e sem qualquer orientação ou padrão de distribuição, o que sugere origem alóctone. A permanência desse tipo de feição pedológica pode estar ocorrendo em função de seu grau de resistência a ação mecânica e química.

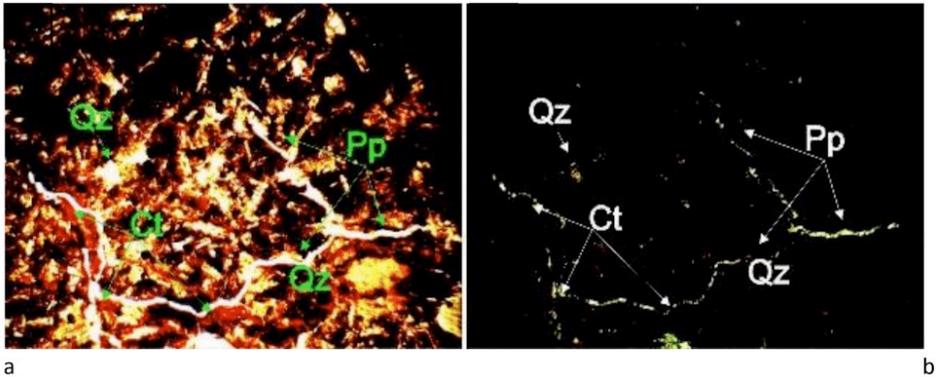


Figura 3 - Microfotografia da lâmina 2 correspondente a unidade denominada de horizonte "A". A) microfotografia com os nicóis. Presença de quartzo (Qz), Cutãs de preenchimento (Ct), poros planares (Pp) e matriz isotrópica por opacidade. B) microfotografia com nicóis X. Note a isotropia por opacidade, provavelmente devido à presença de ferro e/ou matéria orgânica no estado coloidal.

4 | CONCLUSÕES

As amostras estudadas não foram totalmente aproveitadas para descrição e interpretação. Isso aconteceu porque o excesso de pressão sobre as lâminas, a fim de que fosse obtido um constituinte mais fino das mesmas, acabou por desintegrá-las, impedindo o seu estudo microscópico para identificar os constituintes micromorfológicos. Do total de 16 amostras estudadas 6 se perderam e as 9 amostras restantes representaram as três unidades do perfil.

Os três horizontes ("C", "B" e "A") estudados nas amostras apresentaram uma relativa diferenciação na sua constituição. Isso foi causado pelas ações biológicas (disponibilidade de água, matéria orgânica), e ações antrópicas (interferência do homem, abertura da estrada vicinal). Mais mensurações deverão ser realizadas para identificar os constituintes micromorfológicos das amostras coletadas no afloramento Bananas 1.

REFERÊNCIAS

ANDREIS, R. R. **Identificación e Importância Geológica de los Paleosuelos**. Porto Alegre. Ed. da URGs, 1981. 67p.

BREWER, R. **Fabric and mineral analysis of soils**. 2.ed. Nova Iorque: Krieger, 1976. 482p.

BULLOCK, P. **The role of micromorphology in the study of Quaternary soil processes**. In: BOARDMAN, I. (ed) **Soils and Quaternary landscape evolution**. New York: John Wiley & Sons, 1985. 391p.

BULLOCK, P.; FEDOROFF, N.; JONGERIUS, A.; STOOPS, G.; TURSINA, T. **Handbook for Soil Thin Section Description**. Albrighton, Waine Research Publications, 1985. 152p.

CASTRO, S. S. **Micromorfologia de Solos. Bases para descrição de lâminas delgadas.** Campinas/ Goiânia. 2ª ed. 2002.

CATT, J. A. **Soil and Quaternary geology in Britain.** Journal of Soil Science, v.30, p. 233-246, 1979.

NAHON, D. B. **Introduction to the petrology of soils and chemical weathering.** Nova Iorque: John Wiley & Sons, 1991. 313 p.

PASSOS, Jaqueline Rodrigues dos. **Gênese das linhas de pedra em afloramento, na bacia hidrográfica do rio Bananas, Guarapuava - Paraná.** 2014. 83 f. Tese- Curso de Geografia, Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Estadual do Centro-oeste, Guarapuava, 2014. Cap. 4.

RETALLACK, G. J. **Untangling the effects of burial alteration and ancient soil formation.** Annual Reviews of Earth and Planetary Science, v. 19, p. 183-206, 1991.

SILVA, Deyvis Willian da. **Caracterização paleoambiental da região de Guarapuava – PR, a partir de sedimento de turfa: um estudo de caso.** 2013. 96 f. Tese- Curso de Geografia, Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Estadual do Centro-oeste, Guarapuava, 2013.

THOMAZ, E. L & VESTENA, L. R. **Aspectos Climáticos de Guarapuava-PR.** Guarapuava: UNICENTRO, 2003.

CAPÍTULO 14

INDICADORES MICROBIOLÓGICOS DE QUALIDADE DO SOLO EM RECUPERAÇÃO DE UM SISTEMA AGROFLORESTAL

Data de aceite: 01/07/2021

Data de submissão: 18/04/2021

Paulo Agenor Alves Bueno

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
– DABIC – Departamento de Biodiversidade e
Conservação da Natureza
Campo Mourão – Paraná
<https://orcid.org/0000-0002-8929-1400>

Raquel de Oliveira Bueno

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
– DABIC – Departamento de Biodiversidade e
Conservação da Natureza
Campo Mourão – Paraná
<https://orcid.org/0000-0002-9917-5147>

Ana Paula Peron

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
– DABIC – Departamento de Biodiversidade e
Conservação da Natureza
Campo Mourão – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/3605560420792065>

Cristian Coelho Silva

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
– DABIC – Departamento de Biodiversidade e
Conservação da Natureza
Campo Mourão – Paraná
<https://orcid.org/0000-0002-9684-8748>

Júlio Barreto Cristófoli

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
– DABIC – Departamento de Biodiversidade e
Conservação da Natureza
Campo Mourão – Paraná
<https://orcid.org/0000-0001-6370-2876>

Rodrigo Andrade Kersten

Pontifícia Universidade Católica do Paraná –
Curso de Ciências Biológicas
Curitiba – Paraná
<https://orcid.org/0000-0003-1953-8516>

Guilherme Schnell e Schühli

EMBRAPA Florestas – Entomologia Florestal
Colombo – Paraná
<https://orcid.org/0000-0003-1134-4995>

Débora Cristina de Souza

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
– DABIC – Departamento de Biodiversidade e
Conservação da Natureza
Campo Mourão – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/9682347849778341>

RESUMO: A verificação da qualidade do solo é um instrumento importante para monitorar a sua degradação, e planejar a implantação de práticas sustentáveis de manejo. Este estudo teve como objetivo avaliar a qualidade do solo em três áreas com sistema agroflorestal localizadas na APAE RURAL de Campo Mourão. As três áreas apresentam estágios distintos: uma inicial, com características de atividade de degradação do solo (Área 1); uma intermediária, onde foi implantado o sistema agroflorestal há um ano (Área 2); e uma avançada, apresentando formação florestal mais madura e perene (Área 3). Foram utilizados três grupos funcionais de microrganismos, sendo eles: Fungos Totais, Bactérias aeróbias e Bactérias produtoras de celulase. Todos os microrganismos foram quantificados por UFC/g, Unidades Formadoras

de Colônia por grama de solo diluído e testados com Anova “one-way” para verificação de diferenças. Área 1 mostrou menor abundancia de biondicadores, na ordem de 10^5 UFC; Área 2 apresentou composição intermediária de fungos totais, bacterias aeróbias e bacterias produtoras de celulase, com UFC em torno de 10^7 ; Área 3 apresentou maior composição dos microrganismos bioindicadores em estudo, com maior quantidade de fungos (10^8) e bactérias (10^{10}). Dessa forma, quanto mais complexo o ambiente mais micro-organismos bioindicadores foram encontrados.

PALAVRAS-CHAVE: Agroecologia; Agrofloresta; Indicadores biológicos; Microbiologia Edáfica.

MICROBIOLOGICAL INDICATORS OF SOIL QUALITY RECOVERING FROM AN AGROFORESTRY SYSTEM

ABSTRACT: The verification of soil quality is an important tool to monitor its degradation, and to plan the implementation of sustainable management practices. The objective of this study was to evaluate the soil quality in three areas with agroforestry systems located at APAE RURAL de Campo Mourão. The three areas present distinct stages: an initial one, with characteristics of soil degradation activity (Area 1); an intermediary, where the agroforestry system was implemented a year ago (Area 2); and an advanced one, presenting more mature and perennial forest formation (Area 3). Three functional groups of microorganisms were used: Total Fungi, Bacteria, and Cellulase producing Bacteria. All microorganisms were quantified by UFC / g, Colony Forming Units per gram of diluted soil and tested with Anova “one-way” to verify differences. Area 1 showed a lower abundance of bionicators, in the order of 10^5 CFU; Area 2 presented intermediate composition of total fungi, aerobic bacteria and cellulase producing bacteria, with UFC around 10^7 ; Area 3 presented the highest composition of the bioindicators microorganisms under study, with a higher amount of fungi (10^8) and bacteria (10^{10}). Thus, the more complex the environment the more micro-organism bioindicators were found.

KEYWORDS: Agroecology; Agroforests; Biological indicators; Edaphic Microbiology.

1 | INTRODUÇÃO

Com o crescimento da população mundial aumentou a necessidade de produzir mais alimentos, dessa forma, o manejo intensivo do solo, a monocultura e o uso dos pesticidas e fertilizantes tornaram-se práticas comuns para aumento da produção agrícola (Oliveira et al., 2017). Com isso, o número descontrolado de produtos químicos na agricultura tem gerado uma crescente preocupação da sociedade atual quanto aos riscos à saúde humana e ao meio ambiente, o que vem alterando o cenário agrícola mundial. O cenário alterado tem causado maior demanda por alimentos isentos desses contaminantes, gerando assim mercados mais exigentes em relação à segurança alimentar (De Mari et al., 2017).

O solo é um recurso natural fundamental, e sua qualidade é formada por fatores químicos, físicos, biológicos e ecológicos, podendo ser modificados em prol de melhor qualidade. A qualidade do solo é uma propriedade determinante para aumento de

produtividade e sustentabilidade das culturas, influenciando também na saúde das plantas, animais e conseqüentemente seres humanos (Melo et al., 2017). O manejo inadequado e intensivo do solo pode ocasionar um estado de degradação que, caso seja reversível, requer muito mais tempo e recurso para sua recuperação (Cherubin et al., 2015). Assim, é necessário o monitoramento dos solos manejados para a preservação da sua qualidade e para que proporcione uma produção continuada.

Para impedir e reverter o processo de destruição do meio ambiente, algumas soluções econômicas e práticas agrícolas vem sendo repensadas, de forma que permitam aos produtores melhores condições de vida, e ao mesmo tempo que preservem ou recuperem remanescentes florestais. Os sistemas agroflorestais apresentam um enorme potencial como fonte de soluções alternativas para os problemas enfrentados na agricultura convencional, permitindo principalmente aos pequenos produtores, retornos econômicos e maior conservação dos recursos naturais (Arantes et al., 2017). Sistemas agroflorestais consistem em consórcios de culturas agrícolas com espécies arbóreas que podem ser utilizados para restaurar florestas e recuperar áreas degradadas, em que essa tecnologia ameniza limitações do terreno, minimiza riscos de degradação inerentes à atividade agrícola e otimiza a produtividade, fazendo com que aja diminuição na perda de fertilidade do solo e no ataque de pragas (Righi e Bernardes, 2015). As perdas totais de solo, carbono orgânico e nutrientes dos sistemas convencionais, estimadas para um ano, são maiores que as de sistemas agroflorestais, o que indica a maior sustentabilidade ecológica dos sistemas agroflorestais, evidenciando a necessidade da busca de sistemas mais conservadores dos recursos naturais do que os convencionais (Mascarenhas et al., 2017).

Com a necessidade de analisar a qualidade do solo, um conjunto mínimo de indicadores englobando características físicas, químicas e biológicas são utilizados (Cherubin et al., 2015). No entanto, por ser a parte mais viva e mais ativa da matéria orgânica do solo e por atuar em importantes processos bioquímicos, estudos mostram que os indicadores biológicos são mais sensíveis que os indicadores químicos e físicos para detectar com mais antecedência alterações que ocorrem no solo em função do seu uso e manejo (Stöcker et al., 2017).

Utiliza-se para bioindicação de qualidade de solo diversas metodologias envolvendo microrganismos. Bioindicadores são propriedades ou processos biológicos dentro do solo que indicam a situação deste ecossistema (Cherubin et al., 2015), podendo ser utilizados no biomonitoramento da qualidade do solo, que é a medida da resposta de organismos vivos a mudanças no seu ambiente (Heger et al., 2012). Pesquisas têm apontado que alguns indicadores relacionados com a comunidade microbiana do solo são bastante sensíveis às alterações provenientes das atividades agrícolas, fornecendo, dessa forma, subsídios importantes para o correto planejamento do uso da terra e manejo do solo (Stöcker et al., 2012). A utilização de indicadores biológicos em programas de prevenção dos efeitos decorrentes da exposição profissional a agentes químicos vem sendo objeto da investigação

científica, no sentido de proporcionar mais e melhores instrumentos de efetiva vigilância da saúde dos trabalhadores expostos (Santos e Maia, 2015).

Dessa forma, com a crescente demanda de práticas agrícolas alternativas em substituição das convencionais, o presente trabalho teve como finalidade avaliar a qualidade do solo em três áreas localizadas na Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais (APAE RURAL) do município de Campo Mourão, Paraná, como um estudo de caso de área em recuperação.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado na APAE RURAL de Campo Mourão no município de Campo Mourão no estado do Paraná (052°20'W e 024°04'S) onde há tendência de concentração de chuvas nos meses correspondentes à estação verão, sem estação seca definida. A temperatura média anual corresponde a 17,2 °C e os índices pluviométricos em torno de 1450 mm anuais (Alvares et al., 2013). A cobertura vegetal nativa da região de Campo Mourão é formada por Floresta Estacional Semidecidual Montana, Floresta Ombrófila Mista Montana e áreas de transição entre as mesmas, com pequenos fragmentos de Cerrado (Roderjan et al., 2002).

A área de estudo na APAE RURAL de Campo Mourão abrange aproximadamente 1,2 ha, sendo divididas em três áreas menores: a) Área 1 tem 6.067 m² está em “recuperação inicial” apresenta-se dominada por gramíneas e ainda em fase de planejamento; b) Área 2 tem cerca de 3.622 m² e está em fase de “recuperação intermediária”, a qual recebeu um sistema agroflorestal baseado na fruticultura e algumas culturas temporárias como forma de enriquecer o solo; c) Área 3 tem cerca 2.247 m² e encontra-se em “recuperação avançada”, a qual abrange uma área de APP que margeia um córrego, o sistema utilizado foi o sucessional biodiverso, sendo ele o sistema que mais se assemelha a uma floresta primária (Figura 1).



Figura 1. Áreas dos sistemas agroflorestais implantados na APAE Rural de Campo Mourão, Paraná, Brasil.

Fonte: Google Earth © (2017) – Editado.

Para a análise do solo, foi retirada uma amostra de solo de cada área, composta de três subamostras homogêneas, as quais foram armazenadas em sacos plásticos e posteriormente levadas ao laboratório para processamento. Em laboratório, o solo foi distribuído em bandejas plásticas para a retirada de materiais indesejados (galhos, raízes e folhas) e da sua macrofauna. Para estabilização da umidade, foram utilizados 100g de solo de cada amostra, armazenado em estufa de secagem e esterilização THELGA 1500W em temperatura constante de 30 °C, monitorado por pesagem diária com auxílio da balança de precisão MARTE AY220 até a estabilização de umidade, quando a amostra de solo não varia o peso devido à perda total de água (Madigan et al., 2010).

Após a estabilização realizou-se a diluição seriada das amostras, onde 10 g de cada amostra foi diluída em 90 mL de solução salina (0,85% NaCl) estéril, mantendo sob agitação em agitador magnético EVEN 78HW-1 com rotação rápida durante 40min. Em seguida foi feita a diluição seriada, diluindo 1 mL da solução obtida em 9 mL de solução salina estéril, sendo esta diluição de 10^{-1} e assim sucessivamente (Bordignon, 2012).

Para o cálculo das unidades formadoras de colônias por grama de solo (UFC/g), após a quantificação dos microrganismos, utilizou-se a metodologia de contagem de colônias de bactérias e fungos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2012), seguindo a equação 1: $UFC/g = \text{número médio de colônias nas placas} \times \text{diluição da amostra} \times 10^*$ (* este 10 refere-se ao fato de terem sido plaqueados apenas 100 μL de suspensão).

Para a análise do crescimento de bactérias aeróbias totais foi utilizado o método

usando o meio de cultura Maria Luria-Bertani e para as bactérias produtoras de celulase foram feitas em meio de cultura Luria-Bertani adicionado 0,2% de carboximetilcelulose. Após a estabilização do crescimento, as placas foram imersas em solução de vermelho congo (1 mg.mL^{-1}) e lavadas com solução de NaCl 1M. No crescimento de fungos, para sua contagem, foi utilizado o meio Martin's-Bengala Agar (Kaschuk et al., 2011).

Coletou-se no mês de setembro de 2017, dezembro de 2017 e fevereiro de 2018 para se chegar aos valores médios das triplicatas para cada meio de cultura seletivo. Assim, obteve-se um total de nove medidas representativas do solo em análise para cada tratamento. Considerou-se tratamento o estágio em que cada área se encontra quanto a implantação do sistema agroflorestal.

Realizou-se uma análise exploratória dos dados bem como uma análise de variância para verificar a existência de diferenças na composição das comunidades microbiológicas nas áreas com diferentes estágios agroflorestais.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

De forma geral os indicadores microbiológicos são mais abundantes em solos com mais tempo de implantação do sistema agroflorestal (Figura- 2). Ao se calcular as UFCs em valores brutos de maneira descritiva observa-se maior número de colônias formadas para os três micro-organismos indicadores. Ao se comparar por meio de análise de variância paramétrica das UFCs para fungos totais não foi observado diferença significativa apesar das diferenças numéricas ($p=0,119$). Para bactérias aeróbias observou-se que a área 1, de estágio mais inicial, portanto sem tempo de ação do sistema agroflorestal, apresentou significativamente menor UFCs que as outras duas áreas ($p=0,034$). Na comparação das bactérias produtoras de celulase demonstrou-se que a área 3, com estágio avançado agroflorestal apresentou maior UFCs que as outras áreas ($p=0,015$) detalhado na Tabela-1.

Agrofloresta	Fungos Totais (FT)	Bactérias Aeróbias (BA)	Bactérias produtoras de celulase (BC)
Área 1 (inicial)	6.9708±1,34	7.6810±1,11*	8.8441±0,95
Área 2 (intermediária)	6.7456±0,98	8.8731±0,84	8.7846±0,82
Área 3 (avançada)	8.0112±1,51	9.0505±1,27	10.1068±1,18*

* estatisticamente diferentes dentro do mesmo grupo de micro-organismos no teste Anova one way $p<0,05$.

Tabela 1. Resultados das médias das unidades formadoras de colônia (UFC) nas três áreas de agrofloresta em estágios diferentes para os três grupos de micro-organismos indicadores de qualidade de solo.

Os componentes microbianos vivos do solo são também denominados de biomassa microbiana e as bactérias e fungos respondem por cerca de 90% da atividade microbiana

do solo (Cardoso et al., 2010), ou seja, quanto mais bactérias e fungos estão presentes no solo, mais saudável e fértil ele é. Um solo fértil é aquele que apresenta, em formas acessíveis às plantas, todos os nutrientes necessários ao seu crescimento, ou uma população microbiana capaz de liberá-los, rapidamente, para as plantas (Cardoso et al., 2010). Os fungos são importantes, pois se associam às raízes de inúmeras espécies de plantas e aumentam a área de absorção das mesmas, facilitando a absorção de nutrientes, particularmente daqueles que apresentam baixa mobilidade no solo, como o fósforo. Afetam, também, a absorção de água, diminuindo os efeitos dos estresses hídricos (Kaschuk et al., 2011). Apesar de não apresentarem diferenças estatisticamente significativas, mostram no presente estudo que estão em uma biomassa indicadora de plena atividade microbiana nas três áreas. Em conformidade com Stöcker e colaboradores 2017, os fungos são os mais facilmente colonizáveis nos solos de sistemas agroflorestais, mesmo os em alto grau de degradação.

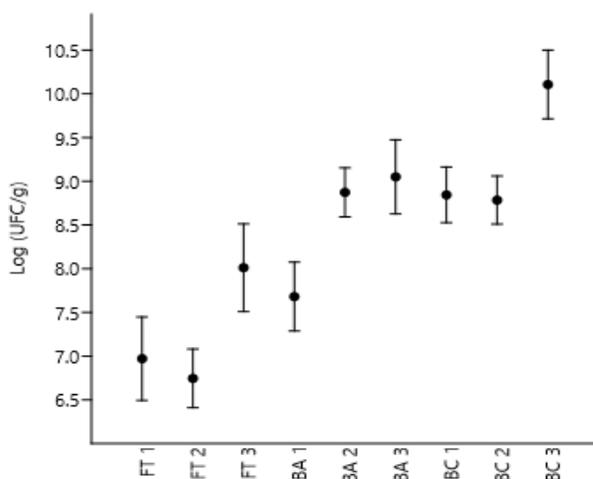


Figura 2. Log das unidades formadoras de colônias (médias e erro padrão) nas três áreas para os três grupos funcionais de micro-organismos. (FT1=Fungos Totais na área 1, FT2=Fungos Totais na área 2, FT3=Fungos Totais na área 3; BA1=Bactérias Aeróbias na área 1, BA2=Bactérias Aeróbias na área 2, BA3=Bactérias Aeróbias na área 3; BC1=Bactérias produtoras de Celulase na área 1, BC2=Bactérias produtoras de Celulase na área 2, BC3=Bactérias produtoras de Celulase na área 3).

Dentre os microrganismos, as bactérias são as que formam o grupo com maior diversidade fisiológica, o que propicia maior adaptabilidade (Ferreira et al., 2017). Uma outra propriedade das bactérias é que são importantes promotoras de crescimento vegetal, fazendo com que tenha grande disponibilidade de carbono para o crescimento celular, tendo como melhores resultados a caseína como fonte de carbono. Para esses organismos a área 1, com menor tempo de implantação do experimento, ou seja, apresentando menor

biomassa vegetal e estágio inicial agroflorestral, apresentou menor média de unidades formadoras de colônia. As áreas 2 (intermediária) e 3 (avançada) apresentaram maior colonização desses organismos. Isso corrobora com Butenshoen et al., 2013; Ferreira et al., 2017 e Fidelis et al., 2017 que detectaram bactérias aeróbias em maior quantidade em áreas mais preservadas e relacionam isso à maior atividade metabólica em solos de agroflorestas.

Os microrganismos produtores de celulase são extremamente importantes para o aumento da comunidade microbiológica, o que podemos observar no gráfico das bactérias produtoras de celulase, pois a celulase produzida é uma enzima biocatalisadora da reação de hidrólise da celulose, sendo de grande importância para o fluxo de carbono e energia no solo, uma vez que há degradação da celulose, as reações envolvidas tornam o carbono disponível para o crescimento de microrganismos no solo (Xiao et al., 2017).

A área 3 com mais tempo de implantação da agroflorestra apresentou destacada abundância dessas bactérias produtoras de celulase em relação às outras duas áreas. Isso se deve à maior atividade de degradação de celulose de matéria orgânica morta e viva, bem como acelerada ciclagem de nutrientes em ambientes mais complexos. Isso está de acordo com Xião e colaboradores (2017) que estudaram o nível de respiração basal do solo que é diretamente afetado pela abundância de microrganismos em geral e em especial bactérias aeróbias e produtoras de celulase.

A avaliação das propriedades biológicas do solo se adequa à maioria dos critérios de um indicador de qualidade de solo apesar desse componente ter sido ignorado em muitos estudos. A capacidade de responder rapidamente às mudanças no solo e o fato da atividade microbiana do solo refletir a influência conjunta dos fatores responsáveis pela degradação da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes (Zhang et al., 2011), justifica o uso de microrganismos e processos microbiológicos para estudar a qualidade do solo.

Para nortear a escolha de indicadores de qualidade/degradação do solo, utiliza-se alguns critérios: os indicadores devem ser sensíveis às variações de manejo e clima, de fácil mensuração, econômicos e úteis para explicar os processos do ecossistema. Entretanto, a seleção de indicadores vai depender da finalidade a que se propõe a utilização do solo.

A microbiota do solo apresenta grande potencial de utilização em estudos da qualidade edáfica, pois os microrganismos constituem fonte e depósito de nutrientes em todos os ecossistemas; além disso, participam ativamente em processos benéficos como a estruturação do solo, a formação do húmus, a solubilização de nutrientes para as plantas e a degradação de compostos persistentes aplicados ao solo (Gama-Rodrigues, 2008; Kaschuk et al., 2010). As propriedades microbiológicas têm sido amplamente discutidas na literatura como indicadores de qualidade (Paradelo et al., 2009; Stursová e Baldrian, 2011; Zhang et al., 2011; Lisboa et al., 2013) dado o relacionamento entre atividade e diversidade microbiana, vegetação e sustentabilidade dos ecossistemas.

A importância de aplicação dos microrganismos não está relacionada unicamente

ao aumento na densidade microbiológica desses microrganismos, beneficiando somente o aumento restrito dos fungos e bactérias no solo, mas também é de extrema importância para o aumento da diversidade microbiológica, pois certos microrganismos tem a capacidade de auxiliar na colonização de outros microrganismos, que também contribuem para o crescimento vegetal (Cunha et al., 2012). Assim os resultados obtidos sugerem, que os microrganismos podem indicar o estágio de recuperação em áreas degradadas e servem de parâmetro para manejo de solo.

4 | CONCLUSÕES

As áreas apresentam qualidade de solo diferentes baseando-se nos indicadores microbiológicos utilizados. A área 3 com implantação do sistema agroflorestal a mais tempo foi a que apresentou melhores condições, seguida pela área 2 de características intermediárias tanto nos componentes vegetais como nos indicadores microbiológicos. E por fim a área 1 que tem a agrofloresta mais recente, refletindo menor atividade e composição da microbiota.

Os indicadores microbiológicos se mostraram eficientes no monitoramento de áreas com sistemas agroflorestais e revelaram coerência com a literatura e o experimento realizado, evidenciando direta correlação da qualidade do solo (indicada pelos microrganismos) com o tempo de implantação de sistemas agroflorestais.

REFERÊNCIAS

Alvares, C. A.; Stape, J. L.; Sentelhas, P. C.; Golcalves, J. L. M.; Sparovek, G. **Koppen's climate classification map for Brazil**. Meteorologische Zeitschrift, Vol. 22, No. 6, 711–728, 2013. DOI: 10.1127/0941-2948/2013/0507.

Arantes P.B.; Righi, C.A.; Bosi, C.; Domenico, C.I.; Galvez, V.A.R. **2017. agroflorestas familiares no vale do ribeira: diagnóstico produtivo, estratégias e desafios**. REDD – Revista Espaço de Diálogo e Desconexão, Araraquara, v.9, n.1. jan./jun. 2017

Bordignon, A. J.; Delfino, E. R.; Martins, N. M.; Silva, R. F.; Batistote, M. **086 - Quantificação da microbiota de solos fertirrigados com vinhaça**. Cadernos de Agroecologia, [S.l.], v. 7, n. 2, oct. 2012.

Butenschoen, O.; Scheu, S.; Eisenhauer, N. **Interactive effects of warming, soil humidity and plant diversity on litter decomposition and microbial activity**. Soil Biology and Biochemistry, v. 43, p. 1902-1907, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2011.05.011>.

Cardoso, E. L.; Silva, M. L. N.; Moreira, F. M. de S.; Curi, N. **Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em pastagem cultivada e nativa no Pantanal**. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.44, n.6, p.631-637, 2009.

Cherubin, M.R.; Eitelwein, M.T.; Fabbris, C.; Weirich, S. W.; Silva, R. F.; Silva, V.R.; Basso, C.J. 2015. **Qualidade física, química e biológica de um Latossolo com diferentes manejos e fertilizantes.** Revista Brasileira Ciência do Solo, v. 39, p. 615-625, 2015.

Cunha, E. Q.; Stone, L. F.; Ferreira, E. P. B.; Didonet, A. D.; Moreira, J. A. A. **Physical, chemical and biological attributes of soil under organic production as impacted by crop systems.** Rev. bras. eng. agríc. ambient. vol.16 no.1 Campina Grande Jan. 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662012000100008>.

De Mari, C. L.; Tavares, P.D.V.B.; Fonseca, V.M. 2017. **Alimentos, saberes e educação para o “bem viver”: os camponeses um passo adiante.** REMEA-Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental 34 (3), 37-54.

EMBRAPA. **Uso de parâmetros microbiológicos como indicadores para avaliar a qualidade do solo e a sustentabilidade dos agroecossistemas.** Documentos 112. Abril, 2012.

Ferreira, E. P. B.; Stone, L. F.; Martin-Didonet, C. C. G. **População e atividade microbiana do solo em sistema agroecológico de produção.** Rev. Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 48, n. 1, p. 22-31, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.5935/1806-6690.20170003>.

Fidelis, R. R.; Alexandrino, C. M. S.; Silva, D. B. Sugai, M. A. A.; Silva, R. R. **Quality biological indicators of soil in intercropping to jatropha curcas.** Applied Research & Agrotechnology, [S.l.], v. 9, n. 3, p. 87-95, feb. 2017. (DOI): [10.5935/PAeT.V9.N3.10](https://doi.org/10.5935/PAeT.V9.N3.10).

Gama-Rodrigues, A. C.; Gama-Rodrigues, E. F.; BARROS, N. F. **Balanco de carbono e nutrientes em plantio puro e misto de espécies florestais nativas no sudeste da Bahia.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, MG, v. 32, n. 3, p. 1165-1179, maio/jun. 2008.

Heger, T. J.; Imfeld, G.; Mitchell, E. A. D. Special issue on “**Bioindication in soil ecosystems**”: Editorial note. European Journal of Soil Biology, Paris, v. 49, p. 1–4, 2012. DOI: [10.1016/j.ejsobi.2012.02.001](https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2012.02.001)

Kaschuk, G.; Alberton, O.; Hungria, M. **Quantifying effects of different agricultural land uses on soil microbial biomass and activity in Brazilian biomes: inferences to improve soil quality,** Plant Soil, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11104-010-0559-z>.

Kaschuk, G.; Alberton, O.; Hungria, M. **Three decades of soil microbial biomass studies in Brazilian ecosystems: Lessons learned about soil quality and indications for improving sustainability.** Soil Biology & Biochemistry 42, p.1–13, 2010. DOI: [10.1016/j.soilbio.2009.08.020](https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2009.08.020).

Lisboa, F.J. G.; Chaer, G. M.; Jesus, E. C.; Faria, S. M.; Gonçalves, F. S.; Santos, F. M.; Castilho, A. F.; Berbara, R. L. L. **The influence of litter quality on the relationship between vegetation and below-ground compartments: a Procrustean approach.** Plant and Soil, v. 367, p. 551-562, 2013. DOI: [10.1007/s11104-012-1491-1](https://doi.org/10.1007/s11104-012-1491-1).

Madigan, M. T., Martinko, J. M., Dunlap, P. V., Clark, D.P. 2010. **Microbiologia de Brock.** 12^a. Ed. Editora Artmed, Porto Alegre, RS, 1.160.

Mascarenhas, A. R. P.; Scconti, M. S. V.; Melo, R. R.; Corrêa, F. Luíz O.; Souza, E. F. M.; Andrade, R. A.; Bergamin A. C.; Muller, M. W. 2017. **Atributos físicos e estoques de carbono do solo sob diferentes usos da terra em Rondônia, Amazônia Sul-Ocidental**, *Pesq. flor. bras.*, Colombo, v. 37, n. 89, p. 19-27. DOI: <https://doi.org/10.4336/2017.pfb.37.89.1295>.

Melo, V. F.; Silva, D.T.; Evald, A.; Rocha, P. R. R. 2017. **Chemical and biological quality of the soil in different systems of use in the savanna environment**. *Revista Agro@ambiente On-line*, v. 11, n. 2, p. 101-110, abril-junho, 2017. DOI: <https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v11i2.3850>.

Oliveira, L.G.; Batalha, M. O.; Pettan, K. B. 2017. **Comparative assessment of the food purchase program and the national school feeding program's impact in Ubá, Minas Gerais, Brazil**. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.47: 01-06, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20160395>.

Paradelo, R.; Moldes, A. B.; Barral, M. T. **Properties of slate mining wastes incubated with grape marc compost under laboratory conditions**. *Waste Management*, v. 29, p. 579-584, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2008.06.019>.

Righi, C.A; Bernardes, M.S. 2015. **Sistemas Agroflorestais: definição e perspectivas**. *Cadernos da Disciplina de Sistemas Agroflorestais*. Piracicaba, SP: Edição dos autores, 2015. p.1-5.

Roderjan, C. V.; Galvão F.; Kuniyoshi, Y. S.; Hatschbach, G. G. **As unidades fitogeográficas do estado do paraná, Brasil**. *Ciência e Ambiente*, v. 24, n. 1, p. 42-75, 2002.

Santos, V. M.; Maia, L. C. **Bioindicadores de qualidade do solo**. *Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica*, [S.I.], v. 10, p. 195-226, jun. 2015.

Stöcker, C. M., Monteiro, A. B., Bamberg, A. L., Cardoso, J. H., Morselli, T. B. G. A., & de Lima, A. C. R. (2017). **Bioindicadores da qualidade do solo em sistemas agroflorestais**. 14^a Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa, 848-859.4.

Stursová, M.; Baldrian, P. **Effects of soil properties and management on the activity of soil organic matter transforming enzymes and the quantification of soil-bound and free activity**. *Plant and Soil*, v. 338, p. 99-110, 2011. DOI: [10.1007/s11104-010-0296-3](https://doi.org/10.1007/s11104-010-0296-3).

Xiao, H.; Li, Z; Chang, X.; Huang, J.; Nie, X.; Liu, C.; Liu, L.; Wang, D.; Dong, Y.; Jiang, J. 2017. **Soil erosion-related dynamics of soil bacterial communities and microbial respiration**. *Applied Soil Ecology* Volume 119, 2017, p.205-213. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2017.06.018>.

Zhang, L; Zhao, H.; Gan, M.; Jin, Y.; Gao, X., Chen, Q.; Guan, J., Wang, Z. **Application of simultaneous saccharification and fermentation (SSF) from viscosity reducing of raw sweet potato for bioethanol production at laboratory, pilot and industrial scales**. *Bioresource Technology*. v. 2, 2011, p. 4573-4579. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.12.115>

MÉTODOS DE CONTROLE FÍSICO E MECÂNICO-CULTURAL DE PRAGAS DE IMPORTÂNCIA AGRÍCOLA

Data de aceite: 01/07/2021

Data de submissão: 09/06/2021

Francisco Roberto de Azevedo

Universidade Federal do Cariri. Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade. Laboratório de Entomologia Agrícola. Ceará <http://lattes.cnpq.br/7232754070890745>

RESUMO: No método físico o fogo é restrito, usado quando o controle químico é antieconômico. A drenagem é empregada em insetos aquáticos e a inundação, nos subterrâneos. A temperatura acima de 50°C ou a menos 5°C controla insetos, assim como, as radiações eletromagnéticas. No método mecânico a catação é usada quando são grandes e de fácil visualização. A exclusão evita o contato da praga com a planta. As barreiras impedem o acesso à planta. Já no método cultural a rotação é o plantio alternado, em anos sucessivos, de culturas não hospedeiras das mesmas pragas. A aração do solo esmaga os insetos, traz à superfície expondo-os aos raios solares ou aos predadores. As épocas de plantio e colheita desfavoráveis dessincroniza a fase suscetível da cultura com a ocorrência da praga. A destruição de restos culturais impede a hospedagem das pragas. O pousio interrompe o cultivo de uma cultura por anos privando o local de alimentação. As cercas vivas servem como repelentes, plantas armadilhas, barreiras mecânicas ou limpadores de estiletes. A destruição de hospedeiras alternativas evitam

a sobrevivência do inseto de um ano para outro e eliminam as fontes de inóculo. A poda retira galhos infestados e possibilita a insolação. A destruição de órgãos infestados diminui ataque das moscas-das-frutas. A densidade de plantio interfere na umidade e insolação, desfavorecendo algumas pragas. A capação interrompe o crescimento vegetativo, facilitando o escape dos ataques. O manejo da água interfere na atratividade e aceitação por parte de pragas. O manejo nutricional equilibra nutricionalmente a planta tornando-a mais resistente. Cultivos mais novos localizados na direção contrária do vento são menos colonizados. A consorciação utiliza uma grande variedade de plantas que dificulta a localização do hospedeiro. A cultura no limpo elimina as ervas daninhas que abriga pragas e no plantio direto não há preparo de solo, desfavorecendo-os.

PALAVRAS-CHAVE: Controle alternativo, agroecologia, meio ambiente.

METHODS OF PHYSICAL AND MECHANICAL-CULTURAL CONTROL OF PEST OF AGRICULTURAL IMPORTANCE

ABSTRACT: In the physical method fire is restricted, used when chemical control is uneconomical. Drainage is used on aquatic insects and flooding is used underground. Temperatures above 50°C or less than 5°C control insects as well as electromagnetic radiation. In the mechanical method, scavenging is used when they are large and easy to see. Exclusion prevents pest contact with the plant. Barriers prevent access to the plant. In the cultural method, rotation is the alternate planting, in

successive years, of cultures that do not host the same pests. Plowing the soil crushes insects, brings them to the surface, exposing them to sunlight or predators. Unfavorable planting and harvesting times desynchronize the susceptible phase of the crop with the occurrence of the pest. The destruction of cult remains prevents the hosting of pests. The fallow stops the cultivation of a crop for years by depriving the place of food. Living fences serve as repellents, plant traps, mechanical barriers or stiletto cleaners. Destruction of alternative hosts prevents the insect from surviving from one year to the next and eliminates sources of inoculum. Pruning removes infested branches and allows for sunstroke. Destruction of infested organs reduces fruit fly attack. Planting density interferes with humidity and sunlight, disfavoring some pests. Capacitation stops vegetative growth, making it easier to escape attacks. Water management interferes with the attractiveness and acceptance by pests. Nutritional management nutritionally balances the plant making it more resistant. Younger crops located in the opposite direction of the wind are less colonized. Intercropping uses a wide variety of plants that make it difficult to locate the host. Cultivation in the clean eliminates the weeds that harbor pests and in direct planting there is no soil preparation, disfavoring them.

KEYWORDS: Alternative control, agroecology, environment.

MÉTODO DE CONTROLE FÍSICO

Introdução

As pragas de uma maneira geral só podem desenvolver-se e sobreviver dentro de certos limites de intensidade dos fatores físicos ambientais. Fora desses limites essas condições são fatais e esses limites variam de acordo com a espécie, seu estágio de desenvolvimento e mecanismo de sobrevivência. Portanto, o controle físico consiste na utilização de agentes físicos como a temperatura, umidade relativa do ar, insolação e radiações eletromagnéticas com intensidades que sejam fatais para os insetos-praga.

Uso do Fogo

Tem uso restrito no controle de pragas, entretanto, algumas vezes torna-se necessário o seu emprego, nos casos em que o controle químico seja antieconômico, justifica-se o seu emprego, através de lança-chamas ou como complemento de outros métodos. É utilizado na limpeza de áreas exploradas ou em implantação para facilitar a localização e tratamento de saueiros e quenquenzeiros.

Em casos extremos é utilizado no controle de cigarrinhas das pastagens, cochonilhas e gafanhotos. Usa-se para controlar nuvens de gafanhotos, cochonilhas em pastagens e cana-de-açúcar, broca, lagarta-rosada e bicudo em algodoeiro, por meio da queima de restos de cultura e destruição de ramos de plantas atacadas por coleobrocas. No entanto, o uso do fogo no controle de pragas está cada vez menos frequente.

Drenagem

Está associada à biologia do inseto em que parte do seu ciclo evolutivo ocorre no meio aquático. É empregada no controle de gorgulhos aquáticos em lavoura de arroz irrigado e larvas de moscas que se desenvolvem no restilo que se acumula na cultura da cana-de-açúcar.

Inundação

Quando o uso deste método é compatível com a cultura em questão, trata-se de um ótimo recurso no controle de insetos subterrâneos. A lagarta-rosca *Agrotis ipsilon* (Hüfnagel), o pão-de-galinha [*Ligyrys humilis* (Burmeister)], cupins, broca gigante da cana-de-açúcar e lagarta dos capinzais [*Mocis latipes* (Guenée)], são algumas das pragas que podem ser controladas por este método.

Manipulação da temperatura

As variações na temperatura ambiente ou controlada podem contribuir para o controle de insetos. Temperaturas acima de 50°C ou a menos 5°C, podem matar ou conduzir o inseto a um estado de hibernação ou de estivação permanente. Este método é recomendado no controle de insetos de grãos armazenados. No entanto, há registro de redução drástica das pragas de espiga do milho, quando submetidas à altas temperaturas. O uso de ar quente a 47°C é uma das alternativas de controle pós-colheita de larvas e ovos de moscas das frutas em papaia. No tratamento pós-colheita de manga para o controle dessas pragas recomenda-se o mergulho de frutos em água à temperatura de 46,1°C, durante o tempo de 65 a 90 minutos, de acordo com o peso do fruto. Por outro lado, pode-se também utilizar temperatura abaixo de 5°C para controlar esta praga, através do tratamento pós-colheita em câmara frias.

As altas temperaturas podem ser mais efetivas que as baixas em uma faixa mais estreita. A maioria das espécies de insetos morre quando expostos a temperaturas de 52°C a 55°C por um período de 3 a 4 horas.

Muitas espécies morrem a temperaturas menores do que essas e em menores tempos de exposição. No entanto, as altas temperaturas têm muitas limitações de uso, pois poucos vegetais podem suportar estas temperaturas sem danificar-se. É empregado para o controle de pragas de produtos armazenados, para matar ou paralisar as atividades dos insetos.

Para controlar pragas de solo pode-se utilizar a solarização, que consiste em utilizar um filme plástico transparente 100 a 150 micras e com 3 a 4m de largura, colocado nas camas de plantio umedecido, após isso, estique o plástico bem rente ao solo. Enterre as bordas a uma profundidade de 20 cm, para reter o calor e a umidade. Por fim, deixe o espaço coberto por um período de até 30 dias no qual se obtém a concentração do calor

dos raios solares, propiciando o controle dos insetos-praga presentes no solo.

Radiações eletromagnéticas

As faixas do espectro de ondas podem ser utilizadas para controlar alguns insetos-praga, sendo as faixas do ultravioleta, visível, infravermelho e ultrassom as mais utilizadas para esta finalidade. Para insetos diurnos, a manifestação da radiação solar durante o dia se faz através da cor do substrato e as reações dos insetos às diferentes cores são de atratividade ou repelência, o que possibilita que estas sejam empregadas como táticas de controle de insetos-praga. Para insetos noturnos a radiação emitida durante a noite é principalmente na faixa do infravermelho distante e insetos noturnos tem capacidade de detectar comprimentos de onda nesta faixa e assim se orientarem no escuro.

a) Cor como repelente

Folhas ou qualquer outro substrato que reflitam radiação na faixa do ultravioleta repelem o pulgão *Myzus persicae* Sulzer. O uso de palha de arroz em cobertura morta nos canteiros de olerícolas como o tomateiro e lavoura de feijão, pelo fato de refletir o ultravioleta, contribui para reduzir a infestação de pulgões alados, vetores de vírus. Da mesma forma o uso de cal, que dada a sua coloração branca, causa ação de repelência aos pulgões. Em algodoeiro a aplicação do caulim na dosagem de 60g/L de água repele a oviposição das fêmeas do bicudo-do-algodoeiro. Em melão, utiliza-se o plástico prateado cobrindo as camas de plantio para repelir a mosca branca, o qual permanece nas camas até a colheita dos frutos.

b) Cor como atraente

A utilização de armadilhas adesivas de cor amarelo ouro feitas com lonas plásticas vem sendo utilizadas pelos produtores de melão para atrair e capturar adultos de *Bemisia tabaci* biótipo B (Gennadius) e *Liriomyza trifolii* (Burgess) dispostas ao redor da áreas de plantio. O mesmo é empregado no feijoeiro e tomateiro para essas mesmas pragas.

Bandejas plásticas de cores atrativas como o branco, amarelo e azul, contendo no seu interior água + detergente neutro na proporção de 3:1 também são utilizadas no controle de pragas, principalmente vaquinhas.

c) Armadilha luminosa

A luz na faixa do visível afeta insetos de hábito noturno e o fotoperíodo afeta o desenvolvimento de insetos além de ser um fator desencadeador de diapausa e a própria radiação na faixa do visível poder ser atrativa ou repelente a insetos noturnos. Insetos captam luz principalmente na faixa do ultravioleta e do visível, reagindo principalmente à radiação ultravioleta que não perceptível ao olho humano e à verde, reagindo menos à radiação na faixa do amarelo e vermelho. Essas armadilhas possuem lâmpadas que emitem a maior parte de sua energia na faixa do ultravioleta atraindo insetos fototrópicos positivos durante o voo noturno.

Ondas sonoras

Estas ondas se propagam com a vibração de partículas apresentando diferentes faixas de frequência, sendo que muitas espécies de insetos captam o ultrassom (> 20.000 Hertz) que não é perceptível pelo ouvido do ser humano, sendo o som empregado no controle de insetos-praga de duas formas:

a) Por meio do aquecimento: Empregando energia intensa que é restrita a ambientes fechados devido ao seu alto custo. A emissão de ondas sonoras acima de 39.000 hertz produz aquecimento e pode controlar o gorgulho do arroz [*Sitophilus oryzae* (Linneus)] em grãos armazenados. Pode também ocorrer duplo efeito (ressonância e aquecimento) no controle desta praga uma vez que, a simples elevação de temperatura (38°C) não é suficiente para matar todos os insetos.

b) Frequências que promovem efeitos de atração ou repelência: A emissão na faixa de 60.000 Hertz simula o som de morcegos insetívoros, que são predadores da mariposa *Ostrinia nubilalis* Hübner, considerada uma praga importante da cultura do milho. Também através de simulação de sons, podem-se atrair os insetos para armadilhas, como acontece com algumas espécies de cigarrinhas do arroz. Contudo, o raio de proteção dado por esse tipo de dispositivo é pequeno e, devido a isto, de pequena aplicação prática.

MÉTODO DE CONTROLE MECÂNICO

Introdução

São medidas utilizadas em casos específicos, geralmente para aplicação em pequenas áreas agrícolas, mas em alguns casos também pode ser utilizada em grandes áreas desde que se tenha tecnologia e/ou mão de obra disponível na propriedade rural.

Catação manual de insetos

Constitui-se na prática mecânica mais conhecida e sem dúvida a mais antiga. Para que possa ser executada, os insetos na forma de larva ou lagarta, ninfas, insetos adultos ou ovos devem ser grandes e de fácil visualização. Baseia-se na coleta e na destruição direta dos insetos que estão causando prejuízos. Pode ser utilizada em pequenas áreas e quando a mão-de-obra é barata.

Coleta de besouros, lagartas, pupas em viveiros e hortas. Escavação de formigueiros iniciais, para matar a rainha. A coleta e destruição de lagartas da família Sphingidae são factíveis de ser aplicado em pequenos cultivos como o controle do mandorová da mandioca, *Erynnis ello* Linneus.

Lagartas desfolhadoras do coqueiro *Brassolis sophorae* Linneus durante o dia formam um “ninho”, onde permanecem, saindo deste somente à noite. A remoção desse “ninho” e sua destruição podem ser empregadas como forma de controle da praga. A

catação manual de bichos-cestos em cafezais também é uma prática desse tipo.

Exclusão dos insetos

Na exclusão procura-se evitar que a praga entre em contato com a estrutura da planta a ser atacada e/ou comercializada. A tática mais empregada consiste em envolver ou colocar invólucros na área a ser protegida contra o ataque das pragas.

Como exemplo pode ser citado o ensacamento de frutos de goiaba para evitar o ataque das moscas-das-frutas *Anastrepha spp.* e *Ceratitis capitata* (Wiedemann). Frutos da gravioleira e atas também são ensacados para evitar o ataque da broca-do-fruto *Cerconota anonela* (Sepp.). O ensacamento de pencas de tomate protege os frutos contra o ataque da broca pequena *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée).

No meloeiro coloca-se uma manta de tecido não tecido para proteger do ataque da mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B e mosca-minadora *Liriomyza trifolii*. Essa manta permanece cobrindo as plantas até o 28º dia, quando a cultura começa a floração.

Formação de barreiras mecânicas

São dispositivos ou práticas que visam impedir ou dificultar o acesso do inseto à planta. Existem diversos exemplos de barreiras usadas na proteção contra insetos que nem sempre são percebidas. Usada para proteger árvores isoladas, áreas experimentais, viveiros etc.

A escavação de sulcos ou valetas sob solo nu podem impedir a passagem do curuquerê-dos-capinzais *Mocis latipes* (Guenée) e gafanhotos em surtos graves, interrompendo a migração rotineira destes insetos entre campos adjacentes.

Uso de casa-de-vegetação para a produção de mudas e utilização de sombrite em viveiros.

Emprego de cones invertidos (tipo “chapéu-de-chinês”) ou plástico de saco de adubos pode ser preso no coleto de frutíferas para evitar a subida de formigas cortadeiras ou mesmo o uso de graxa.

Uso de sacaria mais resistente à penetração por insetos é outro exemplo de uso de barreiras, comumente usado na proteção de grãos armazenados contra diversos carunchos.

MÉTODO DE CONTROLE CULTURAL

Introdução

Esse método consiste em modificar o ambiente, mediante a utilização de práticas agrícolas rotineiras utilizadas pelos produtores, com a finalidade de prevenir o ataque dos insetos, tornarem o ambiente menos favorável ao seu desenvolvimento, retardar ou diminuir seus danos ou até mesmo, destruí-los. A utilização de práticas agrícolas como medidas de

controle cultural, necessita de conhecimentos adequados da ecologia dos insetos e da fenologia das plantas cultivadas e suas características agrônômicas; das modalidades de práticas agrícolas propriamente ditas e, naturalmente, de um bom conhecimento da biologia das pragas envolvidas, seu comportamento e sua ocorrência estacional e podemos utilizar várias táticas deste controle tais como:

Rotação de culturas

Consiste no plantio alternado, em anos sucessivos, de culturas que não sejam hospedeiras das mesmas pragas, reduzindo, dessa forma, suas populações. É normalmente aplicada com sucesso para pragas de solo que passam a maior parte de sua vida nesse ambiente. Quando são envolvidos insetos com alguma capacidade de dispersão, porém de pequenas distâncias, o grau de eficiência desta tática irá depender do tamanho da área de abrangência da rotação, normalmente em nível de comunidade ou micro região.

A ausência da planta anual cultivada leva a redução populacional ou erradicação do inseto numa determinada área e época do ano, principalmente, quando se trata de pragas que se alimentam ou infestam exclusivamente uma única espécie de planta hospedeira. Por isso, essa prática é mais eficiente contra pragas não polífagas e para insetos com limitada capacidade de migração e dispersão.

Dos insetos-praga que podem ser controlados através dessa tática é possível citar a larva-aramé (*Conoderus* spp.); a broca-da-raiz do algodoeiro [*Eutinobothrus brasiliensis* (Hambleton)]; lagarta-rosada do algodoeiro [*Pectinophora gossypiella* (Saunders)], lagarta-rosca (*Agrotis ipsilon*); tamanduá-da-soja [*Sternechus subsignatus* (Boheman)], besouros de solo (*Phyllophaga* spp.), os gorgulhos (*Sphenophorus levis* Vaurie e *Metamasius hemipterus* Linneus) e cupins de mandioca e cana-de-açúcar.

Aração do solo

Muitos insetos passam o estágio de pupa, ninfa ou adulto no solo, principalmente quando em diapausa. Com o revolvimento do solo por meio da aração, os estádios desses insetos poderão ser destruídos, enterrados ou esmagados mecanicamente pelos discos da grade (ação mecânica). Poderão ser trazidas à superfície do solo e expostas aos raios solares (ação física) ou servirem de alimentos para os predadores (ação biológica) como pássaros, vespas e besouros predadores.

As moscas-das-frutas *Anastrepha* spp. e *Ceratitis capitata*, a lagarta da espiga do milho *Helicoverpa zea* (Boddie) e do cartucho *Spodoptera frugiperda* (JE Smith), além de outras pragas poderão ser controladas com essa tática. A gradagem mata ninfas e adultos do percevejo castanho *Scaptocoris castanea* (Perty) em diversas culturas agrícolas e pastagens.

Épocas de plantio e colheita desfavoráveis

Objetiva dessincronizar a fase suscetível da cultura com o pico de ocorrência da praga, pois uma simples antecipação ou atraso do plantio ou colheita causa uma diminuição considerável no ataque de determinadas pragas. A antecipação da época de plantio de algodão controla a lagarta rosada e a antecipação do plantio de sorgo controla a mosca do sorgo. O plantio no início da época chuvosa reduz os danos de cupins e formigas.

Na maioria dos casos a colheita deve ser feita assim que ocorra a maturidade fisiológica dos frutos ou sementes para diminuir o tempo de exposição destes às pragas. Tal atitude é recomendada em fruteiras para o controle das moscas-das-frutas. No feijoeiro e cereais para diminuir o ataque de carunchos cujo início da infestação ocorre no campo.

Destruição de restos culturais

Consiste na destruição de restos culturais que poderão hospedar pragas que irão iniciar a colonização da cultura no cultivo seguinte. Recomenda-se fazer aração, gradagem e corte do material, seguida da incorporação deste ao solo ou queima e é uma tática indicada para pragas monófagas ou oligófagas.

Em muitas frutíferas recomenda-se o repasse, após a colheita, para a coleta de frutos temporões, tanto na planta, como aqueles caídos no chão e sua destruição para “zerar” as fontes de infestação das moscas-das-frutas.

Pousio

A interrupção do cultivo de uma cultura por anos priva o inseto do local de abrigo, alimentação e reprodução, forçando a dispersão e redução da densidade populacional da praga que irá colonizar o novo cultivo. Essa tática foi eficaz para o manejo da traça do tomateiro *Tuta absoluta* (Meyrick) no submédio do Vale do São Francisco.

Cercas vivas ou cinturão verde

Consiste na implantação de uma faixa de árvores, arbustos, cercas vivas ou mesmo culturas não comerciais, que cria uma divisa mecânica vegetal com vizinhos ou, até mesmo, entre talhões na própria propriedade. A conformação da vegetação associada a áreas de cultivo influencia tanto a composição como a colonização dos insetos e seus inimigos naturais.

As barreiras vegetais podem servir como repelentes de insetos, como plantas armadilhas envenenadas, como barreira mecânica vegetal ou como limpadores de estiletes de insetos vetores de vírus não persistentes. As barreiras ainda dificultam a movimentação do inseto, evitam a poeira, reduzem a perda de água e propiciam ambientes favoráveis para o aumento de inimigos naturais que irão combater as pragas na cultura. No entanto, precisam ser adequadamente manejadas.

No manejo da mosca-branca em meloeiro, procura-se plantar, sempre que possível,

uma barreira de sorgo forrageiro ao redor ou em forma de “L” nos lados da entrada do vento. A barreira deve ficar numa distância tal que não interfira com a cultura nem com as operações que nesta sejam efetuadas. Recomenda-se uma distância da cultura de 10 metros para cultivos mecanizados e 3 a 5 metros para cultivos sem mecanização. O plantio da barreira deve ser feito 45 dias antes de a cultura ser instalada.

Destruição de hospedeiras alternativas

As hospedeiras alternativas de pragas permitem a sobrevivência do inseto de um ano agrícola para outro, favorecem o aumento da população dos insetos no transcurso do período de cultivo e são fontes de inóculo de vírus.

No caso da mosca-branca em meloeiro é de vital importância eliminar dentro e ao redor do cultivo toda e qualquer planta hospedeira, seja ela planta invasora, rebrotas de antigos cultivos ou plantas espontâneas de culturas susceptíveis, como as cucurbitáceas (maxixe, melão de são Caetano, bucha e outras), que hospedam vírus do gênero *Karlavírus* que é o agente causal da doença amarelão do meloeiro.

Poda

A poda é empregada em plantas perenes como meio de controle de certas pragas como coleobrocas, cochonilhas etc. É bastante útil em fruticultura. Consiste na retirada de galhos secos ou infestados com pragas para possibilitar a entrada dos raios solares e dar uma melhor aeração no interior da copa das plantas.

Deve-se observar, no entanto, que a poda dos galhos não deve comprometer a arquitetura da planta. Esse processo é mais eficaz com pragas de ciclo de vida longo.

Destruição de órgãos infestados

A coleta de frutos caídos devido ao ataque das moscas-das-frutas diminui a reinfestação na cultura por esta praga. Pode ser feita de duas formas: a) coletando e enterrando os frutos atacados a uma profundidade de 50 cm do nível do solo, ou; b) colocando os frutos atacados em valas com dimensões de 2 x 1 x 1 m e cobertas com tela de 10 a 12 mesh, permitindo, assim, o aumento dos parasitoides nativos da praga, sem que as moscas fujam, incrementando o controle biológico natural.

A tática clássica de controle dos “serra-paus” consiste em coletar e destruir os galhos serrados pela fêmea, pois estes contêm ovos, larvas, pupas e adultos recém emergidos.

No algodoeiro, recomenda-se coletar os botões florais caídos e destruí-los para o controle do bicudo do algodoeiro *Anthonomus grandis* Boheman. Essa prática utilizada duas vezes por semana é tão eficiente quanto o uso de inseticidas convencionais no controle dessa praga.

Na bananeira, elimina-se o coração ou mangará para reduzir a infestação dos tripses *Caliothrips bicinctus* (Bagnall) e *Trypactothrips lineatus* Hood, conhecidos popularmente

como tripes-da-ferrugem-dos- frutos e *Frankniliella brevicaulis* Hood, conhecido popularmente como tripes-da-erupção-dos-frutos.

Densidade de plantio

A densidade populacional das plantas e a orientação dos sulcos em função do deslocamento do sol podem interferir na umidade e insolação embaixo das plantas e nas entrelinhas, favorecendo ou não o desenvolvimento de algumas pragas. Espaçamentos mais estreitos favorecem o pulgão verde *Aphis gossyphi* Glover e a lagarta das maçãs *Heliothis virescens* (Fabricius) em algodoeiro, enquanto que espaçamentos mais amplos e orientação leste-oeste das linhas de plantio reduzem a incidência do bicudo *Anthonomus grandis*. O aumento da densidade de plantio cria condições de microclima desfavoráveis ao bicho-mineiro-do-cafeeiro [*Perileucoptera coffeella* (Guérin-Meneville)], mas pode beneficiar outros como a broca-do-café [*Hypothenemus hampei* (Ferrari)]. O microclima mais úmido de plantios adensados de soja favorecem epizootias de fungos, principalmente *Nomuraea rileyi* (Farlow), que incidem drasticamente sobre lagartas desfolhadoras nesta cultura.

Capação ou poda do broto terminal

Condições favoráveis de umidade do solo fazem com que algumas plantas mantenham um crescimento vegetativo intenso. Nestas condições, algumas pragas são atraídas para os ponteiros que funcionam como estímulo para a postura e alimentação de algumas pragas. Esta tática tem por objetivo interromper o crescimento vegetativo, favorecendo a retenção dos órgãos de frutificação e uma maturação mais precoce e homogênea, facilitando o escape dos ataques tardios de pragas.

Quando efetuada no algodoeiro torna as folhas menos suculentas, quase coriáceas, que desfavorecem o desenvolvimento da lagarta das maçãs *Heliothis virescens* e lagarta das folhas *Alabama argilacea* (Hübner).

Manejo da água

A maior ou menor quantidade de água irá determinar o maior ou menor grau de desenvolvimento vegetativo da planta que pode interferir na sua atratividade e aceitação por parte de determinadas pragas. Uma irrigação comedida limita o desenvolvimento da lagarta das maçãs no algodoeiro, uma vez que este inseto prefere ovipositar em plantas com terminais “suculentos” ou vegetativos. Por outro lado, uma irrigação deficiente favorece o desenvolvimento de insetos sugadores como os pulgões.

A irrigação pode reduzir populações de pragas como tripes, pulgões, ácaros, etc. Assim, populações do ácaro *Tetranychus medonielli* (McGregor) têm seu desenvolvimento reduzido em pomares de maçã com sistema de irrigação por aspersão em relação à

aspersão no solo. Desta forma, além do efeito direto (mecânico), o tipo de irrigação também pode afetar as pragas pela alteração do microclima local.

O cultivo do milho irrigado por aspersão diminui a infestação da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*), pelo acúmulo constante da água no “cartucho” e pelo aumento da umidade do solo, afetando as pupas. A irrigação por aspersão permite o controle mecânico dos pulgões que atacam várias culturas. Outras pragas como o pão-de-galinha e a broca gigante da cana-de-açúcar são eliminadas por inundação das áreas infestadas.

Manejo nutricional das plantas

Uma planta equilibrada nutricionalmente é mais resistente ao ataque de pragas. No entanto, o excesso de fertilizantes nitrogenado acelera o desenvolvimento e aumentam a capacidade reprodutiva de ácaros, pulgões, cigarrinhas verdes e outros insetos sugadores, pois esses fertilizantes em excesso aumentam as substâncias nitrogenadas solúveis como os aminoácidos que ficam disponíveis na seiva das folhas ou no floema da planta.

O potássio pode ter um efeito inverso ao do nitrogênio. As deficiências deste elemento tendem a promover o aumento das populações daqueles insetos favorecidos pelo nitrogênio. Por esta razão, a adubação potássica deve estar balanceada à de nitrogênio.

O excesso de cálcio em folhas de citros favorece o aumento de cochonilhas, principalmente em solos arenosos.

Os adubos fosfatados induzem um aumento precoce de raízes em trigo, propiciando melhores condições para esta cultura suportar o ataque da larva arame.

Distribuição espacial de cultivos

Ao final do ciclo da cultura ou quando há a ocorrência de altas populações e o alimento já não é mais adequado, o inseto tende a se dispersar à procura de condições adequadas à sua alimentação e reprodução. É nesta hora que alcançam vôo e são carregados pelas correntes aéreas a grandes distâncias. Nesta situação, plantios mais novos, localizados na direção do vento, tendem a ser colonizados precocemente e com maior intensidade. Desta forma, os plantios de cultivos suscetíveis ou cultivos escalonados de uma mesma cultura devem ser planejados para que sejam feitos na direção contrária a dos ventos predominantes.

Consortiação de culturas

Consiste em utilizar uma grande variedade de espécies vegetais e procura se utilizar uma configuração de plantio que além de aumentar a diversidade da fauna, principalmente benéfica, dificulta a localização do hospedeiro pela praga.

Esse sistema reduz a população de pragas, pelo fato de comportar plantas hospedeiras e não hospedeiras, promovendo uma associação de culturas que dificultam a localização da planta hospedeira pela praga, devido ao “mascaramento” dos estímulos visuais e/ou olfativos e também por oferecer condições mais favoráveis de sobrevivência

dos inimigos naturais, ao fornecer uma maior fonte de pólen e néctar, aumentando a densidade de insetos.

Pode ser a solução para as pequenas propriedades, desde que sejam estudadas as possíveis combinações que dificultem a localização do hospedeiro pelas pragas, propicie a ocorrência de insetos fitófagos não pragas e propicie fonte de pólen e néctar para a alimentação dos inimigos naturais.

Cultura no limpo

As ervas daninhas podem ser hospedeiros alternativos de várias pragas, sendo que muitas são vetores de fitopatógenos, o que prejudica as plantas cultivadas. Assim, recomenda-se a aplicação de técnicas de manejo de ervas daninhas, de modo que elas não prejudiquem a cultura e ao mesmo tempo possa servir de abrigo aos inimigos naturais. A infestação de pulgões tende a ser menor nas proximidades do mato. Por outro lado, a existência de plantas daninhas infestadas pelo ácaro rajado, permite a transferência do mesmo para as novas culturas, quando próximas, pois quando a população desta praga aumenta, formam-se teias que são levadas pelos ventos, transportando os ácaros nas suas diferentes fases.

Plantio direto

É uma técnica que elimina os métodos convencionais de preparo de solo, alterando o habitat das comunidades que viviam no ambiente “criado” pelo sistema convencional. Como consequência, haverá também alteração na entomofauna prejudicial ou benéfica nesse novo ambiente. Essa modificação surge das alterações que o plantio direto acarretará no regime de água do solo, na estrutura e temperatura do solo, na disponibilidade de nutrientes e outros. Tem influência, portanto, nos insetos que vivem no solo, ou que, pelo menos, tem nesse local, uma das fases de desenvolvimento. De modo geral, é de esperar que as pragas da parte aérea sejam menos afetadas pelas alterações inerentes desse novo sistema de cultivo.

A manutenção da massa vegetal ou de matéria seca sobre a superfície do solo tem propiciado o controle de algumas pragas pelo aumento de umidade, principalmente daquelas que passam por uma fase do seu ciclo evolutivo no solo, como os noctuídeos que empupam no solo e a lagarta elasmó que prefere os solos secos. Este sistema também favorece as formigas cortadeiras.

REFERÊNCIAS

ALTIERI, M. A.; SILVA, E. N.; NICHOLLS, C. I. **O papel da biodiversidade no manejo de pragas.** Ribeirão Preto: Holos, 2003, 226 p.

AZEVEDO, F.R.; SANTOS, C.A.M.; NERE, D.R.; MOURA, E.S. Incremento do controle biológico natural de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomar de goiaba com valas. **Revista científica eletrônica de agronomia**, v.23, p.46-55, 2013.

BETTIOL, W.; GHINI, R. **Proteção de plantas em sistema agrícolas alternativos**. In: CAMPANHOLA, C.; BETTIOL, W. Métodos Alternativos de Controle Fitossanitário. UFRP. Recife, p.79-95, 2003.

CABRAL, A. L. A.; MORAS FILHO, L. O.; BORGES, L. A. C. Uso do fogo na agricultura: legislação, impactos ambientais e realidade na Amazônia. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v.9, n.5, p.159-172, 2013.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. **Agroecologia: alguns conceitos e princípios**. Brasília: MDA/SAF/DATER/IICA, 2004.

CRANSTON, P. S.; GULLAN, P. J. **Insetos: Fundamentos da Entomologia**. 5. ed. Rio de Janeiro: Roca, 2017. 912p.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BAPTISTA, G.C.de.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba : FEALQ, 2002, 920 p.

GODOY, M.J.S. A importância do monitoramento de moscas-das-frutas e do tratamento hidrotérmico nas exportações da manga brasileira para os Estados Unidos da América. I SIMPÓSIO DE MANGA DO VALE DO SÃO FRANCISCO, p.1-7, Juazeiro-BA, 2005.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 3.ed. Porto Alegre: UFRGS, 2005. 653 p.

GUEDES, R.N.C. **Manipulação do ambiente de cultivo ou controle cultural**. In: PICANÇO, M.C. Apostila de entomologia agrícola II. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2010, 310 p.

GUIMARÃES, J.A.; MICHEREFF FILHO, M.; V.R.O.; LIZ, R.S. de; ARAÚJO E.L. **Biologia e Manejo de Mosca Minadora no Meloeiro**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2009, 9 p. (**Circular Técnica, 77**).

JUNIOR, L.S.C. da L.; GOMES, É.C. **Energia nuclear e algumas aplicações na agricultura**. Araguaína: Editora Érica Cupertino Gomes, 2019, 64 p.

LIMA e SILVA, A.L.A. de; SILVA, C.A.D. da. Concentração eficiente e econômica de caulim para a proteção de algodoeiro contra o bicudo. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.50, n.9, p.763-768, 2015.

MARIANI, C.M.; HENKES, J.A. Agricultura orgânica x agricultura convencional soluções para minimizar o uso de insumos industrializados. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v.3, n.2, p.315 - 338, 2015.

MARTINS, J.F. da S.; AFONSO, A.P.S.; MATTOS, M.L.T.; LIMA, C.A.B. de; BÜTTOW, G.T.; SILVA, L.F. da; SCIVITTARO, W.B. Influência da Drenagem Temporária da Água de Irrigação do Arroz na Infestação da Bicheira-da raiz e na Produtividade da Cultivar BRS Querência. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2012, 6 p. (**Circular Técnica, 135**).

MEDEIROS, M. A.; HARTERREITEN-SOUZA, E. S.; TOGNI, P. H. B., MILANE, P. V. G. N.; PIRES, C. S. S.; CARNEIRO, R. G.; SUJII, E. R. **Princípios e práticas ecológicas para o manejo de inseto-praga na agricultura**. Brasília: Emater-DF, 2010, 44 p.

MESQUITA, F.O.; ALVES, J.M.; LIMA, A.S. **Biofertilização: Tecnologias de sustentabilidade agrícola**. São Paulo: Novas edições acadêmicas, 2019, 67 p.

PATRÍCIO, F.R.A; SINIGAGLIA, C. **É tempo de solarizar**. 2008. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2008_1/solarizacao/index.htm>. Acesso em: 04/6/2021.

PICANÇO, M. C. Manejo Integrado de Pragas. Departamento de Biologia Vegetal. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 2010, 310p.

PRATES JÚNIOR, P.; OLIVEIRA, M.Z.A; BARBOSA, C. J. Agroecologia: manejo de pragas e doenças de plantas. **Bahia Agrícola**, v.9, n.1, p.32-33, 2011.

SILVA, D.M.A. **Entomologia**. Fortaleza: Secretaria da Educação, Estado do Ceará, 2018, 70 p.

SOUTO JÚNIOR, C.A.N.; PASTORI, P.L. **Entomologia Agrícola - Notas de Aulas**. Fortaleza: Univesidade Federal do Ceará, 2019, 45 p.

VENZON, M.; DIEZ-RODRÍGUEZ, G.I.; FERRAZ, C.S.; LEMOS, F.; NAVA, D.E. Manejo agroecológico das pragas das fruteiras. **Informe Agropecuário**, v.37, n.293, p.94-103, 2016.

UTILIZAÇÃO DE RIZOBACTÉRIAS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ESPÉCIE NATIVA

Data de aceite: 01/07/2021

Data de submissão: 05/04/2021

Jeane de Fátima Cunha Brandão

Universidade do Estado de Minas Gerais
UEMG
Joao Monlevade-MG
<http://lattes.cnpq.br/7894007624198861>

Isac Jonatas Brandão

Universidade do Estado de Minas Gerais
UEMG
Joao Monlevade-MG
<http://lattes.cnpq.br/1981625331578245>

RESUMO: O objetivo do trabalho foi comparar o efeito de formulações (líquida e sólida) e em suspensão salina de rizobactérias, na germinação de sementes e no crescimento de mudas de Sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides* Benth). Testaram-se os isolados FL2 (*Pseudomonas aeruginosa*), CIIB (*Stenotrophomonas maltophilia*), MF2 (*Pseudomonas* sp.) e MF4 (*Pseudomonas* sp.). Para a rizobacterização do substrato, 100 g do inoculante sólido, 100 mL do inoculante em líquido e 500 mL do inóculo em suspensão salina, foram homogeneizados individualmente em caixas plásticas contendo 5 litros de substrato. Para a testemunha, foi adicionado ao substrato apenas água e fertilizante. As análises estatísticas foram feitas no programa STATISTICA e no SAEG. Observou-se diferença significativa entre as formulações líquida, sólida e em suspensão salina, sendo que a formulação

líquida promoveu maiores ganhos em altura, matéria seca da parte aérea e do sistema radicular das mudas de sibipiruna, comparando-se com o inóculo em suspensão salina para os isolados CIIB e MF2. Para o FL2, os maiores ganhos na matéria seca de raiz e da parte aérea foram promovidos quando veiculado na forma sólida. O isolado MF4 formulado líquido não diferiu estatisticamente do MF4 em suspensão salina para germinação, altura e matéria seca da parte aérea. Os resultados obtidos mostram que as formulações de rizobactérias utilizadas para a cultura do eucalipto, também podem ser utilizadas para Sibipiruna.

PALAVRAS-CHAVE: Sibipiruna; Germinação de sementes; Crescimento de plantas.

USE OF RHIZOBACTERIA IN THE PRODUCTION OF SEEDLINGS OF NATIVE SPECIES

ABSTRACT: This work aimed to compare the effect of liquid, solid and saline suspension formulations of rhizobacteria on seed germination and on the growth of Sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides* Benth) seedlings. Isolates FL2 (*Pseudomonas aeruginosa*), CIIB (*Stenotrophomonas maltophilia*), MF2 (*Pseudomonas* sp.) and MF4 (*Pseudomonas* sp.) were tested. For the bacterization of the substrate, 100g of the solid inoculant, 100 mL of the liquid inoculant, and 500 mL of the inoculum in saline suspension were homogenized individually in plastic boxes containing 5 liters of substrate. Only water and fertilizer were added to the substrate. Statistical analyses were carried out

using the STATISTICA program and SAEG. A significant difference was identified between the liquid, solid and saline suspension formulations, the liquid formulation promoting greater gains in height and in dry matter of the aerial part and of the root system of the Sibipiruna seedlings, compared to the inoculum in saline suspension for isolates CIIB and MF2. For FL2, the greatest gains in dry matter of the roots and of the aerial part were promoted when its solid form was employed. Isolate MF4 in liquid formulation did not differ statistically from MF4 in saline suspension for germination, height and dry matter of the aerial part. The results obtained show that the formulations of rhizobacteria used for eucalyptus cultivation can also be used for Sibipiruna trees.

KEYWORDS: Sibipiruna; Seed germination; Plant growth.

1 | INTRODUÇÃO

As atividades antrópicas desempenhadas, no Brasil, contribuem para formação de áreas degradadas, que necessitarão ser restauradas, especialmente as áreas de preservação permanente. Nesse sentido, existem diversas leis que exigem dos empreendedores a devolução de um ambiente restaurado, com elevada diversidade de espécies florestais nativas, bem como leis que impõem as penalidades que devem ser aplicadas àqueles que suprimem vegetação nativa ilegalmente, sendo que nesse último caso também devem recompor essas áreas.

O bioma da Mata Atlântica é considerado um *hotspot* de biodiversidade, apresentando alto grau de endemismo, riqueza de espécies e elevada pressão antrópica (MYERS et al., 2000). Em torno de 93% desse bioma foi devastado, restando apenas fragmentos de vegetação, sem conectividade. No ano de 2020, o desmatamento no bioma da Mata Atlântica cresceu 30% (SOS MATA ATLÂNTICA, 2020). Esse dado mostra a necessidade de políticas públicas mais eficientes na proteção desse ecossistema e também a elaboração de planos de recuperação com objetivos bem definidos.

Nesse cenário de degradação e de necessidade de recomposição, os viveiros de mudas florestais nativas assumem importante papel, pois são responsáveis por fornecerem mudas diversificadas e de qualidade, o que nem sempre ocorre, devido às dificuldades encontradas pelos viveiristas desde a obtenção de sementes até a comercialização da muda.

Além da restauração de áreas degradadas, as mudas de espécies arbóreas nativas pode ser utilizadas na arborização urbana e de parques. Para o sucesso dos planos de recuperação de áreas degradadas e dos projetos de arborização é importante realizar o plantio de mudas vigorosas, bem formadas e resistentes a pragas e doenças, o que possibilitará maior desempenho no campo. Nesse sentido, estudar formas de alcançar tais características é importante, pois além de melhorar a sua qualidade, também podem reduzir custos na produção da muda. Para a cultura de eucalipto, há diversos estudos quanto a produção de mudas, ao contrário das espécies nativas.

Diversos testes foram realizados com a diluição da rizobactéria em suspensão

salina, sendo aplicada no substrato de produção da muda de eucalipto, obtendo bons resultados. Nesses ensaios, observaram-se à capacidade da rizobactéria em aumentar o crescimento de plantas. Nesse sentido, isolados de rizobactérias testados para eucalipto, também podem ser promissores para melhorar qualidade de mudas de espécies arbóreas nativas.

Foi selecionada para pesquisa, a espécie *Caesalpinia peltophoroides* Benth., conhecida popularmente como Sibipiruna, por ser muito utilizada na restauração de áreas degradadas e para arborização urbana. Essa espécie é originária da Mata Atlântica, sendo de grande porte (8 a 16 m de altura) e de rápido crescimento e florescimento (LORENZI, 2016).

Existem formulações comerciais de rizobactérias para utilização na fase de produção de mudas de eucalipto (MOHAMMAD; PRASSAD, 1988; TEIXEIRA, 2001). Mas, existem poucos estudos em relação a utilização de rizobactérias em mudas de espécies nativas. Dessa forma, o objetivo do trabalho foi comparar o efeito de formulações líquida e sólida de rizobactérias, produzidas por uma indústria química e biológica, com o inóculo de rizobactéria em suspensão salina, produzido em laboratório, observando as variáveis germinação de sementes e crescimento de mudas de sibipiruna.

2 | METODOLOGIA

A pesquisa foi conduzida no viveiro de Pesquisa Florestal do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa (Viçosa – MG).

2.1 Isolados testados

Foram testados quatro isolados de rizobactérias, sendo eles o MF2 (*Pseudomonas* sp.), o MF4 (*Pseudomonas* sp.), o FL2 (*Pseudomonas aeruginosa*) e o CIIB (*Stenotrophomonas maltophilia*), nas formulações líquida e sólida, comparado com o inóculo em suspensão salina.

2.2 Produção das formulações líquida e sólida e preparo do inóculo

Foram utilizadas duas formulações de rizobactérias, uma líquida e outra sólida, produzidas por uma indústria química e biológica, com o objetivo de aumentar a sobrevivência e a eficiência das rizobactérias.

A suspensão de cada rizobactéria foi preparada a 0,2 de absorbância aferida em espectrofotômetro a 540 nm, equivalente a 10^8 ufc (unidades formadoras de colônias)/mL. Para a produção do inóculo, suspensões bacterianas em solução salina (0,85 %) foram obtidas a partir de colônias cultivadas em meio 523 de Kado e Reskett (1970) por 48 h a 27 °C.

Para o inóculo em suspensão salina foi adicionada 1% de leite em pó como fonte

alimentar inicial para as rizobactérias. A suspensão de inóculo dos respectivos isolados, equivalente a 5 mL de suspensão por 50 cc (centímetros cúbicos) de substrato foi aplicada no substrato e homogeneizada em caixas de plástico.

2.3 Rizobacterização do substrato

Para a rizobacterização do substrato, 100 g do inoculante sólido a 10^9 ufc/g, 100 mL do inoculante em líquido a 10^9 ufc/mL, diluído em 900 mL de água e 500 mL do inóculo em suspensão salina a 10^8 ufc/mL, diluído em 500 mL de água e 1 % de leite em pó, foram homogeneizados individualmente em caixas plásticas contendo 5 litros de substrato (vermiculita : casca de arroz carbonizada (1:1)) e 0,04 g de superfosfato simples. Para a testemunha, foi adicionado ao substrato apenas água (1 L) e fertilizante (0,04 g).

Após a homogeneização, o substrato foi distribuído em tubetes de 50 mL de capacidade, que foram colocados em 20 bandejas (96 células) devidamente etiquetadas por repetição e tratamento, cada bandeja continha 80 tubetes. As bandejas foram levadas para casa de vegetação, onde se procedeu a semeadura de uma semente em cada tubete. A irrigação foi feita duas vezes por dia (de manhã e pela tarde) utilizando o sistema de irrigação por aspersão. Após 30 dias, avaliou-se o experimento.

2.4 Variáveis avaliadas e procedimentos estatísticos

Foram avaliadas a porcentagem de germinação, o peso de matéria seca do sistema radicular e da parte aérea. Avaliou-se também a altura das plantas, aos 30 dias, com o uso de régua graduada em centímetros.

O delineamento experimental do ensaio foi inteiramente casualizado (DIC) em arranjo fatorial 4 (isolados) x 3 (duas formulações e o inóculo em suspensão salina), com um tratamento adicional (testemunha), com 5 repetições de 20 mudas totalizando 1300 plantas. Foram realizadas a análise do fatorial e a análise do fatorial com o tratamento adicional (GOMES; GARCIA, 2002).

Como o ensaio foi instalado em esquema fatorial e com um tratamento adicional, foi necessário fazer a análise estatística considerando o efeito de isolado, de formulação e a interação “isolado*formulação”. Quando a probabilidade foi menor que 0,05 houve diferença estatística significativa entre os tratamentos. As análises estatísticas foram feitas no programa STATISTICA e no SAEG. As médias foram comparadas, pelo teste de Tukey a 5% de significância.

As porcentagens de ganhos individuais, para cada tratamento, foram calculadas em relação à testemunha. Para as porcentagens de ganhos gerais, para cada variável, foi tirada a média entre os tratamentos utilizando-se as porcentagens de ganhos individuais.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os isolados de rizobactérias nas formulações líquida e sólida e em suspensão

salina promoveram aumento significativo na porcentagem de germinação, altura, matéria seca de raízes e da parte aérea, comparando-se com a testemunha (Tabela 1), com a exceção do isolado FL2 na formulação líquida (para matéria seca da parte aérea). Apenas para porcentagem de germinação não houve efeito entre isolado*formulação, ou seja, não houve diferença estatística significativa entre as formulações e o inóculo em suspensão salina, apesar de terem diferido da testemunha, não sendo possível indicar o melhor isolado para cada formulação e a melhor formulação para cada isolado. Para altura, matéria seca de raízes e da parte aérea houve efeito entre isolado* formulação, sendo possível indicar o melhor isolado para cada formulação e a melhor formulação para cada isolado.

Para a formulação líquida, os isolados que promoveram maiores ganhos em altura e maior incremento na matéria seca da parte aérea foram MF4, CIIB e MF2, já para aumento da matéria seca do sistema radicular foi o isolado MF4 e depois, o CIIB. No geral, para esta formulação os melhores isolados foram o MF4 e o CIIB. Para a formulação sólida os maiores ganhos em altura e matéria seca da parte aérea foram promovidos pelos isolados MF4, MF2 e FL2 e para matéria seca de raízes pelos isolados MF2 e FL2. No geral, os melhores isolados para a formulação sólida foram FL2 e MF2. Para o inóculo em suspensão salina os isolados mais eficientes para incremento em altura, em matéria seca de raízes e da parte aérea foram MF4 e FL2.

For.		Isolados					Test.	G.M (%)	CV (%)
		MF4	CIIB	MF2	FL2				
L	Sobreviv.(%)	82 A (18,3)	78 A (13,0)	75 A (8,7)	78 A (13,0)	69 B	13,4	4,4	
	MSPA (mg)	186 A (22,4)	188 A (23,7)	191A (25,7)	171 (12,5)B	152 B	23,9	4,5	
	MSR (mg)	73 A (65,9)	68 B (54,5)	60 C (36,4)	58 C (31,8)	44 D	47,1	4,8	
	Altura (cm)	7,7A (40,0)	7,7 A (40,0)	7,8 A (42)	6,6 B (20)	5,5 C	35,5	3,9	
S	Sobrev. (%)	80 A (15,9)	79 A (14,5)	81 A (17,4)	81 A (17,4)	69 B	16,3	4,3	
	MSPA (mg)	180AB (18,4)	177 B (16,4)	189 A (24,3)	180 AB(18,4)	152 C	19,4	4,0	
	MSR (mg)	53 C (20,4)	64 B (45,4)	70 A (59)	71 A (61,4)	44 D	46,5	4,4	
	Altura (cm)	7,5 A (36,0)	7,3 B (32,7)	7,5 A (36,0)	7,5 A (36,0)	5,5 C	35,0	2,4	
S.S	Sobrev. (%)	79 A (14,5)	78 A (13,1)	79,0 A(13,1)	78 A (13,1)	69 B	13,8	4,1	
	MSPA (mg)	183 A (20,3)	169 B (11,2)	173 B (13,8)	176 AB(15,8)	152 C	15,3	4,1	
	MSR (mg)	60 A (36,3)	57 B (29,5)	57 B (29,5)	59 A (34,1)	44 C	32,3	3,6	
	Altura (cm)	7,7 A (40,0)	6,9 B (25,5)	6,8 B (23,6)	7,2 AB(30,9)	5,5 C	30,0	7,1	

TABELA 1 – Efeito dos isolados MF4, MF2, CIIB e FL2 em formulações líquida e sólida e com o inóculo em suspensão salina na porcentagem de germinação, altura, matéria seca de raiz e da parte aérea de mudas de sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides*), aos 30 dias. Médias seguidas de mesma letra em uma mesma linha não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de significância. For. – Formulação. L- Líquida. S- Sólida. S.S- Suspensão Salina. ()- Ganho médio para cada variável em relação à testemunha. Sobreviv. (%).- Sobrevivência. MSPA- Matéria seca da parte aérea. MSR- Matéria seca de raízes. Test.- Testemunha. G.M (%) Ganho Médio- CV(%)- Coeficiente de variação.

Fonte: Dados da pesquisa.

Para formulação líquida os ganhos em altura variaram de 20,0 % a 42,0 %, com média de 35,5 %; para matéria seca da parte aérea, de 22,4 a 25,7 %, com média de 23,9 %; para matéria seca do sistema radicular de 31,8 % a 65,9 %, com média de 47,1 % (Figura 1 e 2).



FIGURA 1- Mudas de sibiruna, aos 30 dias, após sementeira, tratadas com o isolado MF2 líquido e testemunha (sem rizobactéria).



FIGURA 2- Mudas de sibiruna, aos 30 dias, após sementeira, tratadas com o isolado MF4 líquido e testemunha (sem rizobactéria).

Para a formulação sólida os ganhos em altura variaram de 32,7 % a 36,0 %, com média de 35,0 %, para matéria seca de raízes e parte aérea variaram de 20,4 % a 61,4 %, com média de 46,5 % e de 16,4 % a 24,3 %, com média de 19,4 %, respectivamente. Para o inóculo em suspensão salina os ganhos em altura variaram de 23,6 % a 40 %, com média de 30 %, para matéria seca de raízes e da parte aérea variaram de 29,5 % a 36,3 %, com média de 32,3 % e de 11,2 % a 20,3 %, com média de 15,3 %, respectivamente. Os ganhos para a formulação líquida, sólida e o inóculo em suspensão salina, levando-se em conta todos os isolados e as variáveis: altura, matéria seca de raízes e da parte aérea foram de

34,6 %, 34,3 % e 25,8 %, respectivamente.

Ao analisar-se a porcentagem de ganho de todos os isolados testados nas diferentes formulações, observou-se um maior incremento na matéria seca do sistema radicular, em comparação à matéria seca da parte aérea e altura. A porcentagem de ganho geral para matéria seca de raízes, levando-se em conta todas as formulações chegou a 41,9 %.

Para o isolado CIIB, não foi observada diferença estatística entre a formulação líquida e sólida, para todas as variáveis analisadas, mas a formulação sólida foi igual ao inóculo em suspensão salina para matéria seca da parte aérea e altura. Para o isolado FL2, a formulação que proporcionou maiores ganhos em altura, matéria seca de raízes e da parte aérea foi a sólida, apenas para altura, a formulação sólida não diferiu estatisticamente do inóculo em suspensão salina, mas foi superior à formulação líquida. Para o isolado MF2, as formulações líquida e sólida proporcionaram maiores ganhos na matéria seca de raízes e da parte aérea comparando-se com o inóculo em suspensão salina, apenas para altura, a formulação líquida foi superior à sólida, sendo que esta última não diferiu do inóculo em suspensão salina. O isolado MF4 apresentou maiores ganhos na matéria seca de raízes quando formulado em líquido, para matéria seca da parte aérea não houve diferença estatística entre as formulações e o inóculo em suspensão salina. Para altura, a formulação líquida não diferiu do inóculo em suspensão salina, mas foi superior a formulação sólida. No geral, para os isolados CIIB, MF2 e MF4 a melhor formulação foi a líquida e para o isolado FL2 a sólida. Com o isolado CIIB em formulação líquida obteve-se ganhos de 19 % e 11 % na matéria seca de raízes e da parte aérea, respectivamente, comparando-se com o inóculo em suspensão salina. Utilizando-se o isolado MF4 em formulação líquida, o ganho em relação ao inóculo em suspensão salina foi de 21,6 % para matéria seca de raízes, mas para parte aérea não houve diferença estatística entre a formulação líquida e o inóculo em suspensão salina. Para o isolado MF2 líquido, os ganhos foram de 14,0 % na matéria seca de raiz e 10,4 % para matéria seca da parte aérea, comparando-se com o inóculo em suspensão salina. Para o isolado FL2 sólido, o incremento na biomassa de raízes foi de 18,6 % e na biomassa da parte aérea 5,6 %, comparando-se com o inóculo em suspensão salina. Já para o isolado MF2 em líquido, os ganhos foram de 14,0 % na matéria seca de raiz e 10,4 % para matéria seca da parte aérea, comparando-se com o inóculo em suspensão salina.

As formulações líquida e sólida, em geral, propiciaram maiores ganhos tanto na porcentagem de germinação como na altura e na matéria seca de raízes e da parte aérea, comparando-se com o inóculo em suspensão salina. Isto mostra que rizobactérias formuladas apresentam grande potencial de uso, pois além de terem promovido um maior crescimento das mudas de sibipiruna, elas mantêm a viabilidade das células bacterianas por um período maior, devido à presença de um agente estabilizante fornecedor de nutrientes para a bactéria. No caso do inóculo em suspensão salina, as bactérias perdem a viabilidade em um tempo menor, pois não possui nutrientes para manter o crescimento da população

de células bacterianas.

Além da vantagem de serem encontradas em grande quantidade no solo, as rizobactérias são cultivadas em meio de cultura, facilitando o uso de formulações comerciais (WELLER, 1988). Fertilizantes bacterianos não simbiotes (*Azobacter* e *Bacillus*) foram primeiramente empregados no final do século XIX (1885) na antiga União Soviética. No mercado norte-americano já existem seis formulações a base de PGPR's, como por exemplo, o produto Kodiak à base de *Bacillus subtilis* usado no controle de tombamento de mudas em diversas culturas (TURNER; BACKMAN, 1991; LUZ, 1996), o K-84 (*Agrobacterium radiobacter*) para o controle de doença da galha (*Agrobacterium tumefaciens*) e o Dagger G (*Pseudomonas fluorescens*) utilizado para controle da podridão de raiz de algodão (*Rhizoctonia* e *Pythium*) (KERR, 1980). No Brasil há a necessidade de reforçar os investimentos e pesquisas que vise o desenvolvimento de tecnologias de produção e formulação dos agentes em escala industrial.

4 | CONCLUSÃO

Em geral, a formulação que propiciou maiores ganhos em altura, matéria seca do sistema radicular e da parte aérea para a maioria dos isolados foi a líquida, seguido da sólida e por último o inóculo em suspensão salina, sendo viável a utilização das formulações para a Sibipiruna.

REFERÊNCIAS

- GOMES, F. P.; GARCIA, H.C. Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. Piracicaba: **FEALQ**, 2002. 309 p.
- KADO, C. I., HESKETT, M.S. Selective media for isolation of *Agrobacterium*, *Corynebacterium*, *Erwinia*, *Pseudomonas* and *Xanthomonas*. **Pythopathology**, v.60, p.969-976.1970.
- KERR, A. Biological control of crown gall trough production of Agrocin 84. **Plant Disease**, 64: 24-30,1980.
- LORENZI, H. Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas no Brasil. Árvores Brasileiras. Nova Odessa, **Plantarum** (ed), São Paulo. P.48. 2016.
- LUZ, W.C. da. Rizobactérias promotoras de crescimento de plantas e de bioproteção. **RAPP**. V.4. 1996. P.1-50.
- MOHAMMAD, G., PRASSAD, R. Influence of microbiol fertilizers on biomass accumulation in polypoted *Eucalyptus camaldulensis* seedlings. **J. Trop. For.**, v.4, p.74-77. 1988.
- SOS MATA ATLÂNTICA. **Desmatamento na Mata Atlântica cresce quase 30%**. 2020. Disponível em:< <https://www.sosma.org.br/noticias/desmatamento-na-mata-atlantica-cresce-quase-30/>>. Acesso em: 01 de julho de 2020.

TEIXEIA, D.A. Promoção de enraizamento e indução de resistência sistêmica à ferrugem à mancha de *Cylindrocladium*, mediadas por rizobactérias em clones de *Eucalyptus* spp.. **Tese**. Viçosa-MG: UFV. p.5-42. 2001.

TURNER, J.T., BACKMAN, P.A. Factors relating to peanut yield increases following *Bacillus subtilis* seed treatment. **Plant Disease**, v.75, p.347-353. 1991.

WELLER, D.M. Biological control of soilborne plant pathogens in the rhizosphere with bacteria. **Annual Review of Phytopathology**, 26:379-40

CAPÍTULO 17

DESENVOLVIMENTO DE ESPÉCIES FLORESTAIS PARA A COMPOSIÇÃO DE QUEBRA-VENTOS EM AMBIENTES DE MATA ATLÂNTICA E AMBIENTES SIDERÚRGICOS

Data de aceite: 01/07/2021

Data de submissão: 05/04/2021

Aureliano Nogueira da Costa

Engenheiro Agrônomo, Dr, Pesquisador,
Incaper
Vitória - ES
<http://lattes.cnpq.br/0286550882565992>

Fabio Favarato Nogueira

Engenheiro Florestal, Coordenador Técnico,
Fundação de Desenvolvimento Agropecuário
do Espírito Santo
Vitória - ES
<http://lattes.cnpq.br/5763251948745059>

Bernardo Enne Corrêa da Silva

Biólogo, Especialista em Meio Ambiente,
ArcelorMittal Tubarão
Vitória - ES
<http://lattes.cnpq.br/6134491231055828>

Adelaide de Fátima Santana da Costa

Engenheira Agrônoma, Dr(a) Consultora II CA
Vitória - ES
<http://lattes.cnpq.br/0095551253223381>

Pedro Luís Pereira Teixeira de Carvalho

Engenheiro Florestal, MSc. Gerente de
Agroecologia e Produção Vegetal SEAG
Vitória - ES
<http://lattes.cnpq.br/5151792967632926>

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento em altura de 8 espécies florestais, nativas e exóticas, em ambientes de

estocagem de minério e carvão da empresa siderúrgica ArcelorMittal Tubarão, além de comparar o desenvolvimento das espécies em ambiente industrial com ambiente ausente de influência da ação antrópica. As 8 espécies foram plantadas em 2012 e o desenvolvimento em altura avaliado 30 meses após o plantio. As espécies que se destacaram nos ambientes industriais foram a *Corymbia citriodora*, *Corymbia torelliana* para o porte médio e alto, e, *Acacia auriculiformis*, *Schinus terebinthifolius*, *Senna macranthera* e *Handroanthus heptaphyllus* para o porte baixo e médio.

PALAVRAS-CHAVE: Quebra-ventos, pátio de estocagem de carvão, pátio de estocagem de minério.

DEVELOPMENT OF FOREST SPECIES FOR THE COMPOSITION OF WINDBREAKERS IN ATLANTIC FOREST ENVIRONMENTS AND STEEL ENVIRONMENTS

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the height development of 8 forest species, native and exotic, in environments of ore and coal storage of the steel company ArcelorMittal Tubarão, besides comparing the development of the species in an industrial environment with an environment absent from the influence of anthropic action. The 8 species were planted in 2012 and the development at height evaluated 30 months after planting. The species that stood out in the industrial environments were *Corymbia citriodora*, *Corymbia torelliana* for medium and high size, and *Acacia auriculiformis*,

Schinus terebinthifolius, *Senna macranthera* and *Handroanthus heptaphyllus* for the low and medium size.

KEYWORDS: Windbreaker, coal storage yard, ore storage yard.

1 | INTRODUÇÃO

Em siderúrgicas, a estocagem de matéria-prima é determinante para atender aos processos produtivos das empresas, porém, a incidência de ventos sobre pilhas de estocagem acarreta no desprendimento da poeira do minério de ferro, ocasionando arraste de material particulado para as áreas no entorno do ambiente industrial. (CHAVES e FERREIRA, 1996).

Uma alternativa para a redução do arraste do material particulado é a utilização da técnica de quebra-ventos arbóreos, definidos como barreiras formadas por fileiras de árvores sistematizadas em direção perpendicular aos ventos predominantes (IBC, 1981).

O quebra-ventos tem como objetivo a redução da velocidade dos ventos que incidem nas áreas à serem protegidas, sendo determinante em sua eficiência o comprimento, a densidade, a espessura, a disposição no ambiente, a composição e estrutura dos quebra-ventos, bem como a velocidade e direção dos ventos que incidem nos locais a serem protegidos (LEAL, 1986).

Os quebra-ventos arbóreos podem proporcionar diversos benefícios ambientais, além da contribuição na redução do arraste de material particulado no entorno de indústrias siderúrgicas, como a criação de corredores ecológicos e favorecimento do fluxo gênico (BENNETT, 1990), abrigo para fauna (SCHROTH et al., 2004), atrativos para pássaros dispersores de sementes entre outros benefícios.

Partindo desse pressuposto, buscando a redução do arraste de material particulado de pátios de estocagem, esse estudo teve por objetivo avaliar o desenvolvimento em altura de espécies florestais, nativas e exóticas, na composição de quebra-ventos arbóreos no entorno de pátios de estocagem de carvão e minério da ArcelorMittal Tubarão (Vitória -ES), comparado com o desenvolvimento de quebra-vento em ambiente natural da Mata Atlântica sem interferência da ação antrópica, situado na Fazenda Experimental Engenheiro Reginaldo Conde (Viana – ES).

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em três áreas experimentais distintas, sendo a primeira área, controle, instalada na Fazenda Experimental Engenheiro Reginaldo Conde, fazenda do Incaper, no município de Viana – ES, e a segunda e terceira áreas instaladas no entorno dos pátios de estocagem de carvão e minério, respectivamente, da indústria siderúrgica ArcelorMittal Tubarão, no município de Vitória – ES. Na Tabela 1 são apresentadas as coordenadas geográficas centrais para cada área experimental.

Local	Município	Coordenadas
Fazenda Experimental Eng. Reginaldo Conde	Viana - ES	Lat:20°25' 20,04" S Long: 40° 28' 52,63" W
Pátio de Carvão	Vitória - ES	Lat: 20° 15' 23,68" S Long: 40° 13' 24,10" W
Pátio de Minério	Vitória - ES	Lat: 20° 15' 21,24" S Long: 40° 13' 59,72" W

Tabela 1. Coordenadas geográficas dos pontos centrais das áreas experimentais.

Os experimentos instalados na ArcelorMittal Tubarão foram conduzidos em taludes com transposição de solos compostos por solo argiloso (70%), e material orgânico, restos vegetais (15%) e esterco de boi (15%). As dimensões, aproximadas, do talude foram de 3,5 metros de altura, 11 metros de altura e 75 metros de extensão.

As espécies para a composição dos quebra-ventos, foram selecionadas com base na adaptação edafoclimática, desenvolvimento em altura (porte), crescimento, rusticidade, tipo de folhas (simples e compostas), ciclo de vida, quedas de folhas (deciduidade) e bioma de origem.

Assim, foram selecionadas 8 espécies florestais, sendo 4 do bioma mata atlântica e 4 exóticas aos biomas brasileiros, classificadas quanto ao seu porte, conforme apresentado na Tabela 2.

Sigla	Nome Popular	Nome Científico	Porte
AA	Auriculiformis	<i>Acacia auriculiformis</i> A. Cunn. ex Benth.	Médio
AM	Mangium	<i>Acacia mangium</i> Willd.	Alto
AR	Aroeira	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi.	Baixo
EC	Citriodora	<i>Corymbia citriodora</i> (Hook.) K.D.Hill & L.A.S.Johnson.	Alto
ET	Toreliana	<i>Corymbia torelliana</i> F. Muell.	Médio
FE	Fedegoso	<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H.S. Irwin & Barneby.	Médio
IR	Ipê Rosa	<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos.	Alto
PV	Pata de Vaca	<i>Bauhinia forficata</i> Link.	Baixo

Tabela 2. Espécies selecionadas para a composição dos quebra-ventos nas áreas experimentais.

As espécies selecionadas foram implantadas, seguindo o mesmo croqui de plantio, nas três áreas experimentais de acordo com a recomendação para análise estatística.

O plantio foi realizado em 2012, com espaçamento de 1,5 x 1,5 metros, perfazendo densidade de 4.444 plantas por hectare, em forma de quincôncio, reduzindo espaços com ausência de espécies arbóreas, principalmente entre plantas, diminuindo o efeito a criação de corredores de ventos no interior das áreas experimentais.

Foram realizadas análises químicas de solo para determinação da fertilidade das

áreas experimentais e com isso, foram recomendadas adubações de plantio e manutenção de acordo com os resultados das análises de solo conforme a 5ª Aproximação do Manual de Recomendação de Calagem e Adubação para o Estado do Espírito Santo (PREZOTTI et al, 2007).

As avaliações dendrométricas de altura total de plantas foram realizadas aos 30 meses após o plantio, por meio da régua telescópica para coleta dos dados individuais, posteriormente compilados e analisados.

Os parâmetros dendrométricos coletados em campo foram compilados e submetidos a análise estatística fatorial com dois fatores de interação (A x B) a 5% de probabilidade, utilizando o Teste Tukey para a comparação das médias. O Software utilizado para a realização da estatística foi o Genes, Universidade Federal de Viçosa (CRUZ, 1997).

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados para a altura média das plantas em metro, aos 30 meses após o plantio para os ambientes Mata Atlântica, Pátio de Carvão e Pátio de Minério estão apresentados na Tabela 3, em que se verifica diferença significativa para o desenvolvimento em altura para as espécies estudadas, tanto dentro do mesmo ambiente quanto entre os ambientes das áreas experimentais.

Espécie	Fazenda Eng. Reginaldo Conde (m)	Pátio de Carvão(m)	Pátio de Minério (m)
<i>Acacia auriculiformis</i>	3,24 A* de**	3,45 A d	3,64 A c
<i>Acacia mangium</i>	8,74 A a	4,92 B bc	4,29 B c
<i>Schinus terebinthifolius</i>	4,15 A d	4,05 A cd	4,04 A c
<i>Corymbia citriodora</i>	6,42 B c	5,77 B ab	7,73 A a
<i>Corymbia torelliana</i>	7,55 A b	5,97 B a	6,30 B b
<i>Senna macranthera</i>	1,59 B f	3,35 A de	1,95 B d
<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	2,61 A e	2,39 A e	2,57 A d
<i>Bauhinia forficata</i>	3,05 A e	3,20 A de	- ***
Média	4,67	4,14	4,36

*Letras maiúsculas e iguais na horizontal não diferem estatisticamente entre si, pelo teste tukey ao nível de 5% de significância e comparam os ambientes.

**Letras minúsculas e iguais na vertical não diferem estatisticamente entre si, pelo teste tukey ao nível de 5% de significância e comparam as espécies dentro dos ambientes.

***Mortalidade de 100% dos indivíduos, aos 30 meses após o plantio, para o ambiente do pátio de minério.

Tabela 3. Altura média para cada espécie estudada, avaliada aos 30 meses após o plantio.

As espécies que se destacaram em crescimento, no ambiente da Fazenda Experimental Eng. Reginaldo Conde, ambiente controle, foram a *A. mangium*, atingindo

8,74 metros de média, diferindo estatisticamente das demais espécies estudadas, seguida da espécie *C. torelliana*, com 7,55 metros de média de altura, diferindo de todas as outras espécies.

No ambiente industrial, as espécies que se destacaram foram *C. torelliana* e *C. citriodora*, atingindo 5,97 e 5,77 metros de altura, respectivamente, no pátio de carvão, diferindo das demais espécies, enquanto que para o pátio de minério, atingiram 7,73 e 6,30 metros de altura, diferindo entre si para este ambiente e também das demais espécies estudadas. O destaque do gênero *Corymbia* no ambiente industrial demonstra a rusticidade e alta adaptabilidade do gênero para os mais variados ambientes, característica resultante dos trabalhos de melhoramento genético que tiveram início em 1904 (ASSIS, 2016).

Na avaliação do desenvolvimento entre os ambientes, destaca-se a *C. citriodora*, com altura média total de 7,73 metros no pátio de minério com maior altura nesse ambiente, apresentando desenvolvimento diferenciado em relação aos outros ambientes.

A espécie *S. macranthera* apresentou desenvolvimento com destaque no pátio de carvão, atingindo 3,35 metros de altura, diferindo estatisticamente dos outros ambientes estudados.

As espécies *A. auriculiformis*, *S. terebinthifolius* e *H. heptaphyllus* apresentaram desenvolvimento em altura semelhantes nos 3 ambientes, não havendo diferença significativa entre as médias, demonstrando a adaptabilidade e resistência dessas espécies nos ambientes industriais.

A espécie *B. forficata* demonstrou adaptabilidade no ambiente do pátio de carvão, sendo que, o desenvolvimento em altura nesse ambiente não diferiu, significativamente, do ambiente Mata Atlântica na Fazenda Experimental Eng. Reginaldo Conde. Porém esse comportamento não ocorreu no pátio de minério, em que foi observado 100% de mortalidade desses indivíduos.

As espécies *A. mangium* e *C. torelliana* apresentaram melhor desenvolveram no ambiente da Fazenda Experimental Eng. Reginaldo Conde, sendo diferente no crescimento em altura em relação aos pátios de carvão e minério. Porém, entre os pátios de estocagem, o desenvolvimento dessas espécies foi semelhante, com valores acima da média geral do experimento, com exceção da *A. mangium* no pátio de minério.

4 | CONCLUSÕES

As espécies estudadas do gênero *Corymbia* se destacaram no desenvolvimento em altura e são recomendadas para compor o extrato médio e alto dos quebra-ventos arbóreos nos pátios de estocagem, de carvão e minério, da ArcelorMittal Tubarão.

As espécies *A. auriculiformis*, *S. terebinthifolius* e *H. heptaphyllus*, são recomendadas para compor o extrato baixo e médio dos quebra-ventos arbóreos nos pátios de estocagem, de carvão e minério, da ArcelorMittal Tubarão.

A espécie *B. forficata* e *S. macranthera* são recomendadas para compor o extrato baixo de quebra-ventos em pátios pátio de estocagem carvão.

O quebra-vento composto pelo estrato arbóreo baixo, médio e alto portes, tem uma maior eficiência em conter o material particulado.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio e suporte da ArcelorMittal Tubarão que financiaram a pesquisa.

REFERÊNCIAS

ASSIS, T. F.; ABAD, J. I. M.; AGUIAR, A. M. **Melhoramento genético do eucalipto**. In: SCHUMACHER, M.V.; VIERA, M. *Silvicultura do eucalipto no Brasil*. Santa Maria, 2016. p. 225-247.

BENNETT, A. F. **Habitat corridors: their role in wildlife management and conservation**. Melbourne, Victoria, Dept. of Conservation and Environment, 1990. 37 p.

CHAVES, A. P.; FERREIRA, F. M. **Apostila Estocagem e homogeneização**. São Paulo, 1996.

CRUZ, C. D. **Programa Genes - Aplicativo Computacional em Genética e Estatística**. VIÇOSA, MG: EDITORA UFV, 1997.v1. 442 p.

IBC. **Cultura do café no Brasil**. Rio de Janeiro. 1981, p.212-5.

LEAL, A. C. **Quebra-ventos arbóreos: aspectos fundamentais de uma técnica altamente promissora**. Curitiba: IAPAR, 1986. (Informe de Pesquisa, n. 67).

PREZOTTI, L. C.; GOMES, J. A.; DADALTO, G. G.; OLIVEIRA, J. A. de. **Manual de Recomendação de Calagem e Adubação para o Estado do Espírito Santo - 5ª aproximação**. Vitória, ES, SEEA/ INCAPER/CEDAGRO, 2007. 305p.

ABELHAS (HYMENOPTERA: APOIDEA) DA CHAPADA DIAMANTINA: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

Data de aceite: 01/07/2021

Data de submissão: 02/06/2021

Journei Pereira dos Santos

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e
Biológicas
Cruz das Almas - Bahia
<http://lattes.cnpq.br/7640595555817315>

Irana Paim Silva

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e
Biológicas
Cruz das Almas – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/9313679804859592>

Carlos Alfredo Lopes de Carvalho

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e
Biológicas
Cruz das Almas – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/8927034737135531>

Geni da Silva Sodré

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e
Biológicas
Cruz das Almas - Bahia
<http://lattes.cnpq.br/6652025101719377>

RESUMO: A Chapada Diamantina é uma região de vasta biodiversidade de flora e fauna. Entretanto, a maior parte desta riqueza natural ainda é pouco estudada. Deste modo, este estudo teve como objetivo a realização de

um levantamento bibliográfico integrativo da produção científica desenvolvida no período entre 1990 a 2020 sobre as abelhas visitantes florais, potenciais polinizadores, que ocorrem na região da Chapada Diamantina, Bahia. Tal esforço visa compilar informações e identificar as lacunas dos estudos acerca deste tema na zona central do estado da Bahia, e assim traçar um panorama da abordagem científica deste eixo temático. Para tanto, a partir de critérios de inclusão predefinidos, foram selecionados estudos (Artigos, Livros, Documentos Técnicos, Dissertações e Teses) em duas etapas de busca: 1 - via plataformas digitais: *Google Scholar*, *SciELO*, *Web of Science* e os acervos virtuais dos Repositórios da Universidade Estadual de Feira de Santana, Universidade Federal da Bahia e Universidade Federal do Recôncavo da Bahia; 2 – via análise do currículo lattes de 12 pesquisadores selecionados em seis universidades públicas da Bahia. Entre as fontes consultadas, a Universidade Federal da Bahia, *Google Scholar* e a Universidade Estadual de Feira de Santana foram as que apresentaram o maior número de trabalhos indexados, respectivamente. Por fim, o levantamento constatou que de fato há um déficit na realização de estudos sobre polinização e abelhas nesta zona geográfica, bem como apontou que as pesquisas necessitam ser mais diversificadas e melhor distribuídas ao longo do território da Chapada Diamantina.

PALAVRAS-CHAVE: Melitofilia; Polinizadores; Entomologia.

BEES (HYMENOPTERA: APOIDEA) OF CHAPADA DIAMANTINA: A INTEGRATIVE REVIEW

ABSTRACT: Chapada Diamantina is a region of vast biodiversity of flora and fauna. However, most of this natural wealth is still poorly studied. Thus, this study had the objective of conducting an integrative bibliographic survey of the scientific production developed in the period from 1990 to 2020 on floral visiting bees, potential pollinators that occur in the Chapada Diamantina region, Bahia. This effort aims to compile information and identify the gaps in studies on this topic in the central area of the state of Bahia, and thus draw an overview of the scientific approach to this thematic axis. For that, based on predefined inclusion criteria, studies (Articles, Books, Technical Documents, Dissertations and Theses) were selected in two search stages: 1 - via digital platforms: Google Scholar, SciELO, Web of Science and virtual collections the Repositories of the State University of Feira de Santana, Federal University of Bahia and Federal University of Recôncavo of Bahia; 2 - via analysis of the curriculum lattes of 12 selected researchers at six public universities in Bahia. Among the sources consulted, the Federal University of Bahia, Google Scholar and the State University of Feira of Santana were the ones that presented the largest number of indexed works, respectively. Finally, the survey found that in fact there is a deficit in conducting studies on pollination and bees in this geographic area, as well as pointing out that research needs to be more diversified and better distributed throughout the territory of Chapada Diamantina.

KEYWORDS: Melittophily; Pollinators; Entomology.

1 | INTRODUÇÃO

Os insetos são polinizadores essenciais para a manutenção de processos ecológicos da flora e da fauna associada (EERAERTS; SMAGGHE; MEEUS, 2019), sendo as abelhas um dos agentes mais expressivos deste grupo (AIZEN; HARDER, 2009). O êxito das abelhas como polinizadores se deve ao fato de que estes insetos apresentam elevada capacidade adaptativa, formas e tamanhos variados, grande abundância, além de uma enorme diversidade – contando com mais de 20.000 espécies catalogadas em todo o mundo (PROCTOR; YEO; LACK, 1996; IMPERATRIZ-FONSECA; CANHOS; ALVES, 2012).

A síndrome de polinização mediada por abelhas é denominada de melitofilia (FAEGRI; VAN DER PIJL, 1976; LÓZ *et al.*, 2019; MOYA *et al.*, 2020). As abelhas asseguram a circulação de pólen em uma boa parte dos estratos vegetais formados por componentes arbustivos e arbóreos, fazendo com que a melitofilia seja a síndrome mais ocorrente nestes espaços (YAMAMOTO, 2007). O processo reprodutivo de grande parte da flora dos biomas brasileiros depende da melitofilia, principalmente a que é realizada pelas abelhas nativas, como demonstram as estimativas a seguir: Caatinga e Pantanal - 30%, Mata Atlântica - 90%, Amazônia - entre 30-90% e Cerrado - 80% (KERR *et al.*, 2001; FREITAS; SILVA, 2015).

A Chapada Diamantina apresenta uma fitofisionomia muito peculiar e de grande

beleza cênica, que se mostra bastante diversificada e com relevante grau de endemismo (GIULIETTI; PIRANI; HARLEY, 1997). Localizada na parte central do estado da Bahia, esta formação geológica, que integra a porção norte da Cadeia do Espinhaço, abriga formações vegetacionais de caatinga, cerrado, florestas estacionais semidecíduas de Mata Atlântica, áreas alagadas e campos rupestres, além de possuir zonas em estágios transicionias; constituindo assim um verdadeiro mosaico de formas e paisagens (VELLOSO, 1991; HARLEY, 1995; FUNCH, JUNCÁ; ROCHA, 2005; GANEM; VIANA, 2006; NEVES; CONCEIÇÃO, 2010).

A riqueza da flora da Chapada Diamantina se reflete em sua fauna, principalmente sobre a diversidade entomológica (ICMBio, 2007). Para se ter a dimensão desta diversidade, Martins (1994) – durante um levantamento da melitofauna nos campos rupestres, em Palmeiras – fez o registro de cerca 147 espécies diferentes, e Pigozzo (2010) identificou 87 espécies de abelhas somente nos 540 ha que formam a área do Parque Municipal de Mucugê. No entanto, mesmo com tamanho peso ecológico, ainda há uma considerável escassez de informações científicas mais aprofundadas sobre a fauna desta região (GANEM; VIANA, 2006), sobretudo estudos que envolvam polinizadores.

A consolidação de um campo do conhecimento pode se desenvolver a partir da sistematização de informações a respeito de um determinado evento ou fenômeno na forma de uma síntese teórica (BARÔNIO *et al.*, 2016). Assim, um levantamento aprofundado dos estudos produzidos sobre determinado tema contribui no processo de construção ou reconstrução de redes teóricas, que são fundamentais na coordenação de diversas fontes para se saber mais acerca de um determinado objeto de estudo (AZEVEDO; ROSA, 2018).

Deste modo, o objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão integrativa da produção científica desenvolvida sobre as abelhas visitantes florais, potenciais polinizadores, que ocorrem na região da Chapada Diamantina, Bahia, no período entre 1990 e 2020; compilando informações e identificando as lacunas dos estudos acerca deste tema, contribuindo assim para a formulação de uma base teórica que possa ser útil na construção de estratégias de preservação e conservação dos espaços naturais desta região de vasta relevância ecológica.

2 | METODOLOGIA

O procedimento metodológico do presente estudo consistiu na realização de uma pesquisa qualitativa, desenvolvida a partir de uma revisão integrativa da literatura. A revisão integrativa tem por escopo realizar uma síntese organizada, sistemática e abrangente de resultados científicos acerca de um determinado tema ou questão; assegurando uma maior amplitude de informações sobre um assunto ou problema, e garantindo assim a consolidação de um campo do conhecimento (ERCOLE; MELO; ALCOFORADO, 2014). Este método – além de promover uma síntese de conhecimentos – permite que os resultados de estudos

relevantes possam ter uma efetiva aplicação prática (SOUZA; SILVA; CARVALHO, 2010).

2.1 Delimitação do Espaço de Estudo

A Cadeia do Espinhaço é uma faixa montanhosa com cerca de 6.000-7.000 km² de área e 1.200 km de extensão na direção N-S, dividida em dois blocos principais: a porção norte, que é formada pela Chapada Diamantina, no estado da Bahia; e a porção sul, que é formada pela Serra do Espinhaço, em Minas Gerais (HARLEY, 1995; MELO, 2000; PIGOZZO, 2010).

Este estudo se concentrou na porção setentrional da Cadeia, que fica no estado da Bahia, porém não se restringiu ao delineamento da mesorregião do entorno da Serra do Sincorá e da Serra do Rio de Contas, que abrange um total de 24 municípios (SEPLAN-BA, 2021), mas considerou como zona de abrangência do levantamento toda a formação geológica que constitui a Chapada Diamantina; faixa que se estende desde o sudoeste baiano até o extremo norte da Serra de Jacobina (SILVA, 1994), sendo incluídos também os territórios do Portal e do Piemonte da Chapada Diamantina.

2.2 Coleta de Dados

Crerérios de Inclusão

Os critérios de inclusão usados na pesquisa estabeleceram que toda publicação indexada, nacional ou internacional, cuja temática envolvesse direta ou indiretamente as abelhas (Hymenoptera: Apoidea) e/ou a síndrome de polinização do tipo melitofilia na Chapada Diamantina seria admitida nos resultados deste levantamento.

Neste contexto e, seguindo parcialmente as fontes propostas por Creswell (2007), foram consideradas diferentes formas de produção científica: Artigos, Livros, Documentos Técnicos, Dissertações, Teses – com exceção feita somente aos trabalhos de conclusão de curso da Graduação e aos resumos de anais de eventos.

Durante as buscas, a palavra-chave utilizada foi “Chapada Diamantina”. Porém, no caso específico do site *Google Scholar*, que mesmo apresentando uma melhora na qualidade da abrangência (CHEN, 2010), ainda pode promover algumas distorções (CAREGNATO, 2011) e tendência a repetições na busca à medida que aumenta o número de páginas consultadas, dada as limitações de alguns índices bibliométricos, como o índice H (THOMAZ; ASSAD; MOREIRA, 2011); por isso, foi necessário restringir a busca as primeiras 50 páginas de resultados, além de acrescentar o termo “*Abelhas*” junto à palavra-chave inicial.

Fase 1 - Busca Direta

Os dados do referido estudo foram obtidos por meio de um levantamento bibliográfico integrativo da produção científica sobre as abelhas (Hymenoptera: Apoidea) na região da

Chapada Diamantina nos últimos 30 anos, ou seja, no período entre janeiro de 1990 e dezembro de 2020.

A estratégia de consulta ao material científico foi realizada inicialmente via o Portal de Periódicos da Capes, o que possibilitou o acesso a base de dados das seguintes plataformas digitais: *Web of Science (Clarite Analytics)* e *Scientific Electronic Library Online (SciELO)*. A segunda etapa desta fase de consulta se desenvolveu por meio do acesso direto aos sites do *Google Scholar (Google Acadêmico)* e dos repositórios de três instituições públicas de ensino superior do estado da Bahia: Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) e Universidade Federal da Bahia (UFBA).

Fase 2 - Busca Indireta

Considerando as eventuais falhas geradas pela metodologia de busca direta, foi estabelecida uma via complementar, aqui denominada de busca indireta. O processo da busca indireta consistiu basicamente na seleção de um total de 12 pesquisadores (dois por instituição) de referência na área de Ecologia/Entomologia que atuam em seis universidades públicas da Bahia (Universidade Federal da Bahia, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Universidade do Estado da Bahia, Universidade Estadual de Feira de Santana, Universidade Estadual de Santa Cruz e Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia). Uma vez definidas as duplas de pesquisadores de cada instituição de ensino, foi realizada a análise dos referidos Currículos Lattes e a triagem dos estudos que atendessem aos critérios de inclusão desta pesquisa. Destaca-se que a Universidade Federal do Oeste da Bahia (UFOB) e a Universidade Federal do Sul da Bahia (UFSB) não foram incluídas neste levantamento, pois são universidades com menos de 10 anos de fundação.

2.3 Processamento e Análise dos Dados

O material coletado nas duas fases foi lido (via técnica de *scanning*) e analisado, separando-se assim os trabalhos que atendiam aos critérios de admissão pré-estabelecidos. Após a triagem, os dados obtidos foram devidamente listados e categorizados em planilhas do programa Microsoft Excel 2010, para gerar estimativas e gráficos.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Dados da Fase 1 - Busca Direta (Plataformas Digitais)

O levantamento inicial gerou um universo amostral de 1.070 estudos. No entanto, após a análise e triagem do material encontrado na primeira etapa de busca, ocorreu o descarte de 979 estudos (considerados incompatíveis), e foram admitidos 91 trabalhos – que atenderam de maneira satisfatória aos critérios de inclusão pré-estabelecidos

para esta pesquisa. A Figura 1 expressa como se configurou a distribuição dos estudos selecionados via busca direta entre as seis bases de dados consultadas (*Google Scholar*, SciELO, *Web of Science* e os Repositórios da UEFS, UFBA e UFRB), porém dois artigos foram encontrados por intermédio de citações e subsequente busca direta, sendo assim incorporados ao resultado final e classificados como *estudos avulsos*.

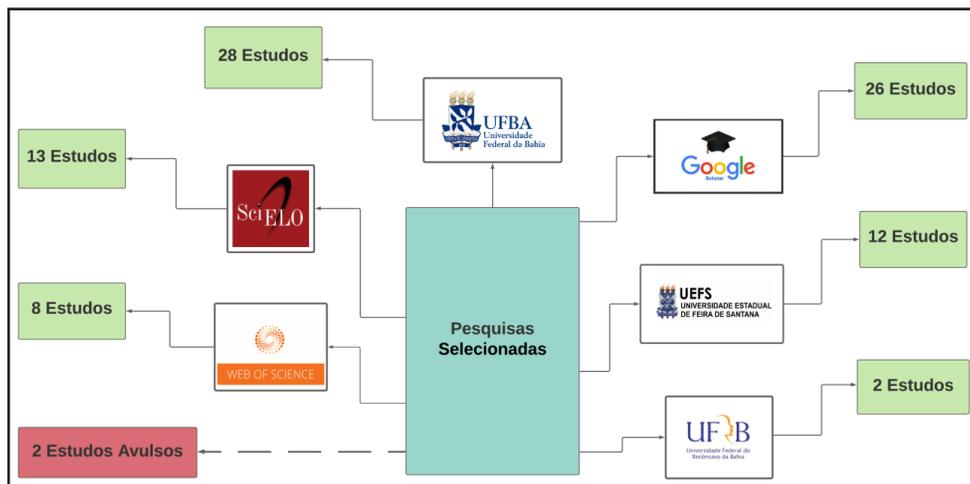


Figura 1 - Levantamento bibliográfico integrativo via busca direta da produção científica (1990 a 2020) sobre as abelhas visitantes florais que ocorrem na Chapada Diamantina-BA.

Fonte: Dados da pesquisa.

Muito embora o baixo volume de artigos possa indicar uma tendência de distribuição mais equitativa entre as seis fontes consultadas, os resultados mostraram que as bases de dados do Repositório da UFBA (28 estudos) e do *Google Scholar* (26 estudos) foram responsáveis por 60% dos artigos admitidos nesta fase. As demais bases formaram a seguinte ordem quanto ao volume de estudos selecionados: SciELO (13 estudos), Repositório da UEFS (12 estudos), *Web of Science* (oito estudos), Repositório da UFRB (dois estudos) e, como mencionado anteriormente, Avulsos (dois estudos).

3.2 Dados da Fase 2 - Busca Indireta (Currículo Lattes)

A busca indireta – via Currículo Lattes de 12 pesquisadores vinculados a seis universidades públicas do estado da Bahia – resultou em um total de 992 trabalhos analisados, mas somente 58 (5,84%) destes estudos se adequaram aos critérios de seleção estabelecidos e 28 (2,82%) trabalhos consultados haviam sido selecionados na primeira etapa do levantamento. Novamente, a UFBA encabeçou a lista com 23 estudos admitidos, seguida desta vez pela UFRB com 16 estudos; a UEFS contabilizou doze trabalhos, a UESB contou com cinco Trabalhos, UNEB e UESC com um estudo cada (Figura 2).

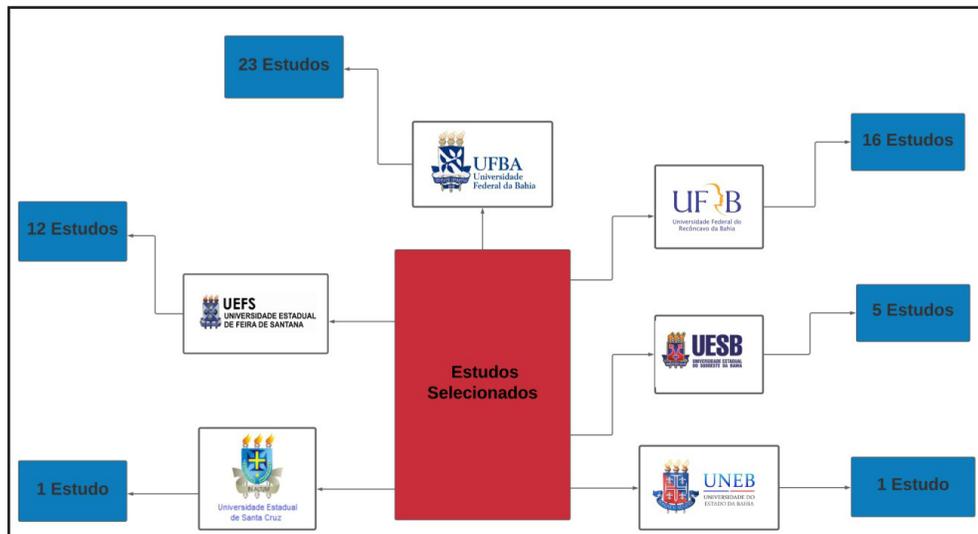


Figura 2 - Levantamento bibliográfico integrativo via busca indireta da produção científica (1990 a 2020) sobre as abelhas visitantes florais que ocorrem na Chapada Diamantina-BA.

Fonte: Dados da pesquisa.

O levantamento complementar da busca indireta se revelou bastante proveitoso, uma vez que expôs a baixa acurácia da consulta de trabalhos acadêmicos dos sistemas *online* do repositório de algumas universidades, como foi o caso da UFRB – que apresentou um número oito vezes maior do que na busca inicial, bem como da UEFS, que igualou o volume de trabalhos selecionados na primeira fase, e ainda o da própria UFBA, que obteve um acréscimo de mais 23 estudos. Portanto, sugere-se a otimização funcional do sistema de consulta das bases de dados digitais que abrigam a produção acadêmica das universidades avaliadas.

3.3 Dados Gerais

Ao final das duas etapas do levantamento, obteve-se um valor total de 2.201 estudos analisados, sendo que destes 2.057 foram descartados (93,45%) e somente 144 estudos foram selecionados (6,55%). A UFBA alcançou a primeira posição com 54 estudos selecionados (37,2%), acompanhada pelo *Google Scholar* com 26 estudos (18,05%) e da UEFS com 24 trabalhos selecionados (16,66%). A UFRB atingiu a marca de 18 estudos, seguida por SciELO com 13 trabalhos e *Web of Science* com oito estudos. Além destes, a UESB contribuiu com cinco trabalhos, a UNEB e a UESC com um estudo cada – e mais dois estudos avulsos inseridos na primeira fase.

Naturalmente as restrições impostas pelo tema e a delimitação de um espaço geográfico específico, além do próprio rigor metodológico previsto em uma Revisão Integrativa, contribuíram para limitar a quantidade de estudos abarcados pelo levantamento. Contudo, o universo amostral de trabalhos selecionados é significativo e nos permite

notar que há de fato uma escassez de estudos sobre agentes polinizadores, sobretudo as abelhas, na região da Chapada Diamantina.

Neste sentido, Aguiar, Gimenes e Rebouças (2005), em um estudo de estimativa sobre a riqueza e a distribuição da melitofauna regional, apontavam para a necessidade da realização de mais pesquisas envolvendo as populações de abelhas da faixa central do estado da Bahia. Esta insuficiência de informações científicas sobre polinizadores e visitantes florais não é uma particularidade da porção baiana da Cadeia do Espinhaço, mas sim uma realidade que abrange tanto a parte norte quanto a parte sul da referida cadeia de montanhas (QUEIROZ *et al.*, 2018).

A UFBA se destacou nas duas fases do levantamento, e conseguiu assegurar que uma instituição de ensino superior pública fosse a fonte de informação científica mais produtiva deste estudo. Fato que acaba por fazer jus ao que estabelece a Lei nº 10.861 de 2004 (BRASIL, 2004), que instituiu o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior - SINAES, e no seu Inciso III do Artigo 3º ressalta que:

“(...) a responsabilidade social da instituição, considerada especialmente no que se refere à sua contribuição em relação à inclusão social, ao desenvolvimento econômico e social, à defesa do meio ambiente, da memória cultural, da produção artística e do patrimônio cultural.”

Em outras palavras, a ciência tem o papel de ser um instrumento fundamental para gerar as respostas que possam atender em todos os aspectos as demandas impostas pela sociedade (DROESCHER; SILVA, 2014).

3.4 Distribuição Temporal dos Estudos

O levantamento demonstrou que houve um período, iniciado em 2005 e que se estendeu até 2010, caracterizado por um crescimento considerável no volume de estudos realizados, sobretudo quando comparado a década de 90 e os anos iniciais do século XXI. Os ápices ocorreram em 2006 (18 estudos) e 2010 (16 estudos). No intervalo entre 2011 e 2014 houve uma queda seguida de relativa estabilização – similar ao que ocorreu entre 2007 e 2009. Em 2015, houve uma discreta retomada do crescimento, logo sucedida por uma tendência de queda acentuada, que só foi superada no ano de 2020 (Figura 3).

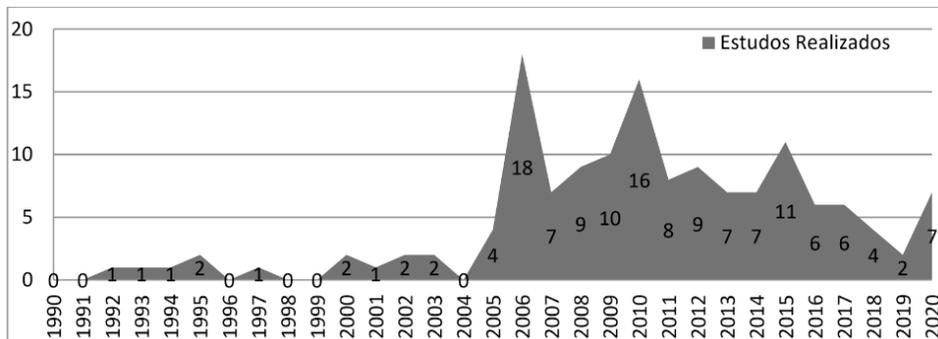


Figura 3 - Número de estudos realizados ao longo do período entre 1990 e 2020 sobre as abelhas (Hymenoptera: Apoidea) que ocorrem na região da Chapada Diamantina, Bahia.

Fonte: Dados da Pesquisa.

Os resultados também evidenciam uma grande discrepância entre a década de 90 e as duas primeiras décadas do século XXI. Enquanto nos anos noventa há uma produção científica ínfima e até inexistente em determinados anos – concentrando apenas 5,55% dos artigos encontrados; as décadas seguintes apresentam um padrão de distribuição com somente um intervalo (em 2004), e marcada por oscilações na quantidade de pesquisas efetuadas na zona escolhida para este estudo. No entanto, como no fim do século passado o uso da internet ainda começava a se expandir no Brasil (FGV, 2001), um aspecto que também deve ser considerado para explicar um número tão reduzido de trabalhos realizados nos anos noventa é a baixa disponibilidade de artigos produzidos nesta época em versão digitalizada, o que, obviamente, faz com que fiquem de fora dos catálogos das plataformas virtuais.

Para além disso, é importante ressaltar que a produção científica é um reflexo direto dos níveis de investimentos em ciência e tecnologia. Desta forma, levando em conta que o Brasil é um país no qual mais de 99% das pesquisas são desenvolvidas por instituições públicas – universidades e centros de pesquisa (CROSS; THOMSON; SIBCLAIR, 2018), o volume de pesquisas científicas será extremamente dependente do orçamento governamental destinado para este fim. O IPEA (2019) realizou um estudo para estimar os valores de investimentos públicos em ciência e tecnologia durante o período que vai do ano 2000 até julho de 2019 (Figura 4).

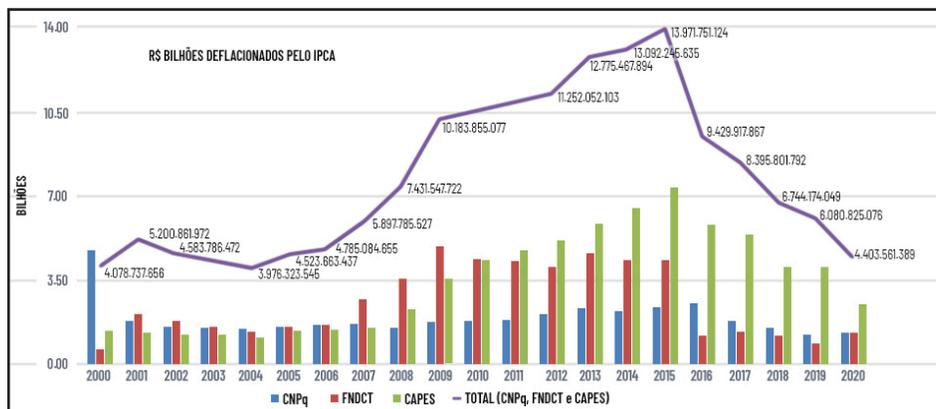


Figura 4 - Orçamento destinado aos principais fundos de apoio à pesquisa científica e tecnológica (FNDCT, CNPq e CAPES) de 2000 a 2020.

Fonte: IPEA (2019).

Deste modo, realizando uma comparação entre os dados levantados na pesquisa e os níveis de investimentos aplicados ao longo dos últimos vinte anos, poderemos entender melhor a relação de proporcionalidade entre o desenvolvimento de atividades científicas e a oferta de fontes de financiamento. Sendo assim, o aporte anual de subsídio governamental exposto pela pesquisa do IPEA, pode servir – ao menos parcialmente – como um argumento para explicar o elevado número de estudos concentrados em um determinado período, pois este momento se encaixa quase que perfeitamente com a janela de crescimento dos valores destinados ao orçamento para ciência e tecnologia.

Todavia, mesmo com um aumento constante nos investimentos entre anos de 2011 e 2015 (ano em que atingiu seu ápice com 13,9 bilhões), este acréscimo financeiro não se refletiu diretamente no volume de estudos encontrados pelo levantamento para esta mesma faixa temporal, mesmo que o ano de 2015 tenha sido de aumento no número de estudos realizados, porém ainda bem abaixo dos valores de 2006 e 2010. Fato que pode ser justificado por uma mudança no foco de investimento neste mesmo período, que coincide com uma perspectiva de fomento à internacionalização do ensino superior brasileiro, por intermédio da criação e a implementação do programa de intercâmbio Ciência sem Fronteiras, que concedeu 104 mil bolsas de estudos no exterior entre 2011 e 2016 (SBPC, 2017), e consumiu um investimento total de cerca de R\$ 13,2 bilhões (FAPESP, 2017).

3.5 Distribuição Geográfica dos Estudos

O levantamento mostrou que os estudos foram executados em 30 municípios da região da Chapada Diamantina. Entretanto, 20 destas cidades abrigaram um volume reduzido de estudos (≤ 5): Iraquara, Macajuba, Saúde, Pindobaçu e Tapiramutá (um estudo); Piatã, Contendas do Sincorá, Iaçú, Campo Formoso, Boninal, Seabra, Tanhaçu,

Jacobina, Ituaçu e Capim Grosso (dois estudos); Itaetê, Ourolândia e Barra da Estiva (três estudos); Rio de Contas (quatro estudos) e Utinga (cinco estudos). Outras sete cidades apresentaram uma quantidade mediana de pesquisas realizadas em seus territórios: Ruy Barbosa (sete), Andaraí (11), Itaberaba (13), Morro do Chapéu (13), Mundo Novo (15) e Ibicoara (16). Por fim, três municípios concentraram uma significativa parte dos estudos desenvolvidos na região, são eles: Mucugê (42 estudos), Lençóis (37 estudos) e Palmeiras (34 trabalhos). Faz-se necessário advertir que estas estimativas foram feitas considerando valores absolutos, pois determinados trabalhos foram realizados em mais de uma cidade. Houve também alguns estudos que não especificavam com a devida precisão a localidade da Chapada Diamantina onde foram desenvolvidos, deste modo, não foram contabilizados para este aspecto da pesquisa.

A centralização dos estudos não se deu por acaso, uma vez que as três cidades preponderantes, além de comporem a área do Parque Nacional da Chapada Diamantina, possuem estruturas de suporte para o trabalho dos pesquisadores, como, por exemplo, os postos avançados da UFBA e da UEFS, em Lençóis, a sede do Parque Nacional da Chapada Diamantina, em Palmeiras e o Parque Municipal Sempre-Viva, em Mucugê. Queiroz *et al.* (2018), em uma revisão sobre visitantes florais na Cadeia do Espinhaço, também constataram que os estudos tendiam a ser realizados em zonas próximas a centros urbanos e/ou a Unidades de Conservação (UCs). De fato, as UCs têm como um dos seus principais pilares o incentivo ao desenvolvimento de pesquisas científicas; e este subsídio é ratificado pelo Plano de Manejo destas áreas protegidas (CASTRO, 2004).

O levantamento apontou ainda para a necessidade da realização de estudos em outras partes do território, pois como destacam Azevedo *et al.* (2008), a Cadeia do Espinhaço possui uma elevada riqueza de abelhas (cerca de 600 espécies) que apresentam diferentes padrões de distribuição geográfica, o que por si só exigiria um esforço maior por parte dos pesquisadores e adequado aporte de recursos, para garantir estudos em diversos pontos desta extensa e rica formação geológica. Dentre os estudos analisados, o realizado por Alves *et al.* (2012) sobre as áreas naturais de ocorrência da *Melipona scutellaris* na Bahia, foi o que apresentou uma maior abrangência sobre o território, abarcando nove cidades da região.

3.6 Principais Temas Abordados e Espécies Estudadas

O tema mais constante nos estudos encontrados foi a identificação de visitantes florais. Ollerton (1999) ressalta que, para elevar o conhecimento sobre o processo de polinização, é imprescindível entender a biologia floral de distintas espécies, bem como identificar, quantificar e compreender a dinâmica comportamental dos visitantes florais. Estudos morfológicos, de fenologia, ecologia de comunidades, genética e de síndromes de polinização também se destacaram. Em outro estudo relevante, desenvolvido por Melo (2016), foi realizada a descrição de uma nova espécie encontrada na região, a *Xylocopa*

bella; sendo esta a segunda espécie conhecida do subgênero *Xylocopa* (*Nanoxylocopa*) Hurd & Moure.

A Chapada Diamantina é uma região com inúmeras comunidades tradicionais e fortes elementos culturais (ICMBio, 2007). Segundo Nascimento (2019), somente na área do Parque Nacional da Chapada Diamantina há a presença de 24 comunidades tradicionais, formadas por ribeirinhos e povos remanescentes. Porém, apenas dois trabalhos analisaram a relação entre as comunidades locais e a melitofauna: o estudo de Costa-Neto (2000), que relatou o conhecimento e usos tradicionais dos recursos faunísticos da comunidade quilombola de Remanso, localizada na zona de Marimbus, que pertence ao município de Iraquara; e o segundo estudo foi o de Castro, Teixeira e Khun-Neto (2005), no qual foi abordada a criação de abelhas sem ferrão em potes de barro na cidade de Boninal. Outro estudo relevante, foi o desenvolvido por Viana *et al.* (2010), que debateu a construção de iniciativas pedagógicas inovadoras na formação de profissionais que atuassem com a conservação e o uso sustentável de polinizadores na região.

Quanto às espécies estudadas, a abelha africanizada *Apis mellifera* veio a ser espécie mais citada explicitamente nos trabalhos analisados (28 estudos). Tal valor pode até parecer baixo diante do número total de estudos encontrados (144), porém faz sentido quando consideramos que alguns trabalhos se ativeram a outros aspectos do processo de melitofilia, fazendo apenas referência à superfamília Apoidea, sem especificar as espécies envolvidas. Imperatriz-Fonseca (2004) salienta que *A. mellifera* é a abelha mais estudada do mundo. De fato, o representativo volume de pesquisas desenvolvidas com esta espécie em particular é bastante elevado, e pode ser justificado por sua importância econômica. *Apis mellifera*, também conhecida como a abelha do mel (EMBAPA, 2012), apresenta uma capacidade de produção de mel de 50 litros/colônia/ano (GONÇALVES; JONG; GRAMACHO, 2010), sendo superior à média produtiva das espécies nativas. Além do mel, os seus demais produtos (geleia, cera, própolis, etc.) também têm uma inserção consolidada no mercado consumidor (RAMOS; CARVALHO, 2007). Embora pouco explorado e produzido em menor escala, o mel de abelhas sociais sem ferrão apresenta elevado valor comercial agregado, e desperta grande interesse na indústria de cosméticos e fitoterápicos (ARAÚJO, 2013; CAVALCANTE *et al.*, 2019). Tal perspectiva ajuda a justificar a *Melipona scutellaris* – uma relevante polinizadora da flora nativa (MATOS; SANTOS, 2019; NEVES *et al.*, 2020) e com um bom potencial melífero (RODRIGUES, 2015) – como sendo a espécie local mais citada nos estudos analisados. Algumas outras espécies nativas também foram aludidas nos trabalhos selecionados, como a *Nannotrigona testaceicornis* (14 trabalhos), a *Trigona spinipes* (13 trabalhos), a *Bombus brevivillus* (11 trabalhos) e a *Melipona quadrifasciata anthidioides* (nove trabalhos).

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, é possível inferir que de fato há um déficit na realização de estudos acerca das abelhas (Hymenoptera: Apoidea) e do processo de polinização na porção norte da Cadeia do Espinhaço, ressaltando-se assim a necessidade de ampliação e de uma melhor distribuição das pesquisas ao longo deste território.

Por fim, mesmo com todas as limitações, este estudo expôs a necessidade de se aprimorar o mecanismo de disponibilidade e consulta das plataformas digitais de conhecimento científico, bem como cumpriu com o escopo de servir de base teórica para nortear ações que visem à proteção e à conservação da biodiversidade da Chapada Diamantina.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, C. M. L.; GIMENES, M.; REBOUÇAS, P. L. de O. Abelhas (Hymenoptera, *Apoidea*). In: **Biodiversidade e Conservação da Chapada Diamantina**. Série Biodiversidade. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, p.259-281, 2005.

ARAÚJO, A. L. L. Estudo da qualidade do mel de abelhas sem ferrão por análise por ativação neutrônica instrumental. Piracicaba, SP, 2013.

AIZEN, M. A.; HARDER, L. D. *The global stock of domesticated honey bees is growing slower than agricultural demand for pollination*. **Current Biology**, v.19, n.11, p.915-918, 2009.

ALVES, R. M. de O. ; CARVALHO, C. A. L. de ; SOUZA, B. de A. ; SANTOS, W. da S. . Areas of natural occurrence of *Melipona scutellaris* Latreille, 1811 (Hymenoptera: *Apidae*) in the state of Bahia, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.84, p.679-688, 2012.

AZEVEDO, A. A.; SILVEIRA, F. A.; AGUIAR, C. M. L.; PEREIRA, V. S. Fauna de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) nos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço (Minas Gerais e Bahia, Brasil): riqueza de espécies, padrões de distribuição e ameaças para conservação. **Megadiversidade**, n.4, v.1-2, p.126-157, 2008.

AZEVEDO, M.; ROSA, A. Revisão sistemática: uma aplicação metodológica. **REASU - Revista Eletrônica de Administração**, Universidade Santa Úrsula, v.3, n.2, 2018.

BARÔNIO, G. J.; MARCIEL, A. A.; OLIVEIRA, A. C.; KOBAL, R. A. C.; MEIRELES, D. A. L.; BRITO, V. L. G.; RECH, A. R. Plantas, polinizadores e algumas articulações da biologia da polinização com a teoria ecológica. **Rodriguésia**, v.67, n.2, p.275-293, 2016.

BRASIL, Lei N°10.861, de 14 de abril de 2004. Instituiu o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior - SINAES. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 26 jul. 2000. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/110.861.htm>. Acesso em: 12 dez. 2020.

CAREGNATO, S. E. Google acadêmico como ferramenta para os estudos de citações: avaliação da precisão das buscas por autor. **Ponto de Acesso**, Salvador, v.5, n.3 p.72-86, 2011.

CASTRO, P. F. D. Ciência e Gestão em Unidades de Conservação; o caso do PETAR, Parque Estadual Turístico do Alto-Ribeira, SP. Unicamp, Campinas, SP, 2004.

CASTRO, M. S.; TEIXEIRA, A. F. R. T.; KUHN-NETO, B. A criação tradicional de abelhas sem ferrão em potes de barro em Boninal, Chapada Diamantina, Bahia. **Mensagem Doce**, 2005.

CAVALCANTE, L. S.; LIMA, C. T.; SILVA, R. B.; AZEVEDO, A. C. O.; SOUZA, P. A. Qualidade físico-química do mel produzido por melíponas no Estado de Alagoas. **VETINDEX**, v.33, 2019.

CHEN, X. Google *Scholar's dramatic coverage improvement five years after debut*. **Serials Review**, v.36, n.4, p.221-226, 2010.

COSTA-NETO, E. M. Conhecimento e usos tradicionais de recursos faunísticos por uma comunidade afro-brasileira. Resultados preliminares. **Interciencia**, v.25, n.9, 2000.

CRESWELL, J. VV. Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto. Tradução Luciana de Oliveira da Rocha. 2.ed. Porto Alegre: **Artmed**, 2007.

CROSS, D.; THOMSON, S.; SIBCLAIR, A. *Research in Brazil: A report for CAPES by Clarivate Analytics*. **Clarivate Analytics**, 2018. Disponível em: <<http://portal.andes.org.br/imprensa/noticias/imp-ult-992337666.pdf>>. Acesso em: 02 jan. 2021.

DROESCHER, F. D.; SILVA, E. L. O pesquisador e a produção científica. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v.19, n.1, 2014.

EERAERTS, M.; SMAGGHE, G.; MEEUS, I. *Pollinator diversity, floral resources and seminatural habitat, instead of honey bees and intensive agriculture, enhance pollination service to sweet cherry*. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.284, Article 106586, 2019.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Agropecuária. O desaparecimento das abelhas Melíferas (*Apis mellifera*) e as perspectivas do uso de abelhas não melíferas na polinização. **Semana dos Polinizadores - Palestras e resumos, Petrolina: Embrapa Semiárido**, 2012.

ERCOLE, F. F.; MELO, L. S.; ALCOFORADO, C. L. G. C. Revisão integrativa versus revisão sistemática. **REME - Revista Mineira de Enfermagem**, v.18, n.1, p.9-12, 2014.

FAEGRI, K.; VAN DER PIJL, L. *The principles of pollination ecology*. 2. ed. Oxford: **Pergamon Press**, 1976. 291p.

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO - FAPESP. Experiência encerrada. **Revista Pesquisa Fapesp**, São Paulo, ed.256, jun. 2017. Disponível em: <<https://revistapesquisa.fapesp.br/experiencia-encerrada/>>. Acesso em: 20 nov. 2020.

FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS - FGV. **Mapa da Exclusão Digital**. Rio de Janeiro: FGV, 2001.

FUNCH, L.S.; JUNCÁ, F.A.; ROCHA, W. Florestas Estacionais semidecíduais. **Biodiversidade e Conservação da Chapada Diamantina**. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, p.191-193, 2005.

FREITAS, B. M.; SILVA, C. I. O papel dos polinizadores na produção agrícola no Brasil - **Agricultura e polinizadores**. Organizado por: A.B.E.L.H.A. - Associação Brasileira de Estudos das Abelhas, 2015.

GANEM, R.S.; VIANA, M.B. História Ambiental do Parque Nacional da Chapada Diamantina/BA. **Consultoria Legislativa**. Brasília, DF, 2006.

GIULIETTI, A. M.; PIRANI, J. R.; HARLEY, R.M. Espinhaço Range Region. Eastern Brazil. In: **Centres of plant diversity: a guide and strategy for their conservation**. [S.l.: s.n.], Cambridge, 1997. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/000981665>. Acesso em: 04 de dez. 2020.

GONÇALVES, L.S.; De JONG, D.; GRAMACHO, K. P. A expansão da apicultura e da tecnologia apícola no Nordeste Brasileiro, com especial destaque para o Rio Grande do Norte. **Mensagem Doce**, v.3, p.7-15, 2010. Disponível em: <https://www.apacame.org.br/mensagemdoce/105/artigo2.htm>. Acesso em: 12 de nov. 2020.

HARLEY, R.M. Flora of the Pico das Almas, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. In: Stannard, B.L. (ed.), **Royal Botanic Gardens**, Kew, p.43-78, 1995.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Serviços aos ecossistemas, com ênfase nos polinizadores e polinização. São Paulo: USP, 2004.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; CANHOS, D. A. L.; ALVES, D. A. **Polinizadores no Brasil. Contribuição para a biodiversidade, uso sustentado, conservação e serviços ambientais**. SARAIVA, A.M. eds. São Paulo: USP, 2012, 488p.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE - ICMBio. **Plano de Manejo do Parque Nacional da Chapada Diamantina**. Brasília, 2007, 657p.

INSTITUTO DE PESQUISAS ECONÔMICAS APLICADAS - IPEA. O declínio do Investimento público Em ciência e Tecnologia: uma análise do orçamento do ministério da ciência, tecnologia, inovações e comunicações até o primeiro semestre de 2019. **Nota Técnica**, DF, 2019.

KERR, W. E.; CARVALHO, G. A.; DA SILVA, A. C.; ASSIS, M. G. P. Aspectos poucos mencionados da biodiversidade amazônica. **Parcerias Estratégicas. CEE. MCT**, v.12, n.2, p. 20-41, 2001.

LÓZ, S. C. S.; LEAL, M. S.; SILVA, M. O.; ALMEIDA, C. M. S.; FARIAS, D. S.; SANTOS, A. R. C. S. Síndromes de polinização das espécies arbóreas em um fragmento de Mata Atlântica, Alagoas, Brasil. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.5, n.12, p. 29243-29253, dec. 2019.

MARTINS, C. F. Comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) da Caatinga e do Cerrado com elementos de campo rupestre do estado da Bahia, Brasil. **Revista Nordestina de Biologia**, v.2, n.9, p.225-257, 1994.

- MATOS, V. R.; SANTOS, F. A. R. Diagnóstico polínico da geoprópolis de *Melipona scutellaris* L. (*Meliponini*, *Apidae*, Hymenoptera) coletada em uma área de Mata Atlântica no nordeste do Brasil. **Pau brasilica**, v.2, n.1, 2019.
- MELO, E. Polygonaceae da Cadeia do Espinhaço, Brasil. **Acta Bototânica Brasilica**, São Paulo, n.3, v.14, set./dec. 2000.
- MELO, G. A. R. A new species of *Xylocopa* (*Nanoxylocopa*) from Brazil (Hymenoptera, *Apidae*). **Papéis Avulsos de Zoologia**, USP, São Paulo, v.56, n.9, p.103-107, 2016.
- MOYA, C. U.; OLIVEIRA, J. W.; PUENTES, S. M. D.; GUERREIRO, R. G. O. Biologia floral de *pleroma granulosum* (Desr.) D. Don e fidelidade dos visitantes florais de Hymenoptera. **Unisanta Bioscience**, v.9, n.5, 2020.
- NASCIMENTO, M. M. Conflitos socioambientais em áreas de preservação: o caso das comunidades tradicionais do parque nacional da chapada diamantina. **Tempos Históricos**, v.23, p.299-327, 2019.
- NEVES, S. P. S.; CONCEIÇÃO, A. A. Campo rupestre recém-queimado na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil: plantas de rebrota e sementes, com espécies endêmicas na rocha. **Acta Botanica Brasilica**, v.24, p.697-707, 2010.
- NEVES, C. M. L.; BRITO, B. B. P.; SODRÉ, G. S.; JESUS, J. N.; RIBEIRO, G. S.; AGUIAR, C. M. L.; CARVALHO, C. A. L. Toxicidade de produtos comerciais a base de *Azadirachta indica* em *Melipona scutellaris* (Hymenoptera: *Apidae*). **Diversitas Journal**, v.5, n.3, p.1547-1560, 2020.
- OLLERTON, J. La evolucion de las relaciones polinizador-planta en los artrópodos. *Ecologia Evolutiva*. Northampton, Reino Unido. **Bol. S.E.A.** Sécción, v.741-758, n.26, 1999.
- PIGOZZO, C.M. Comunidade de visitantes florais e redes de interações em mosaico vegetacional do Parque Municipal de Mucugê e arredores, Chapada Diamantina. 2010. Tese (Doutorado em Botânica), Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, Bahia, 2010.
- PROCTOR, M.; YEO, P.; LACK, A. The natural history of pollination. **Harper Collins Publishers**, London, 1996, 479p.
- QUEIROZ, S. N. P.; PACHECO, M. A. C. M.; SANT'ANA, L. P.; CRUZ, C. C.; OLIVEIRA, C. N. S.; SINCURÁ, Y. R.; BARACHO, A. O.; SOUZA, J. P.; RECH, A. R. Polinizadores e visitantes florais da Cadeia do Espinhaço: o estado da arte. **Revista Espinhaço**, v.7, n.2, p.12-26, 2018.
- RAMOS, J. M.; CARVALHO, N. C. de. Estudo morfológico e biológico das fases de desenvolvimento de *Apis mellifera*. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**. Ano 6, n.10, 2007.
- RODRIGUES, C. A. S. Análise morfológica do cérebro de abelhas sem ferrão *Melipona scutellaris* expostas ao timetoxam. Unesp, Rio Claro, SP, 2015.
- ROEVER, L. Compreendendo os estudos de revisão. **Sociedade Brasileira de Clínica Médica**, v.15, n.2, p.127-130, 2017.

SBPC - Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. O fim do Ciência sem Fronteiras depois de R\$ 13 bilhões investidos em bolsas no exterior, 2017. Disponível em: <http://portal.sbpnet.org.br/noticias/o-fim-do-ciencia-sem-fronteiras-depois-de-r-13-bilhoes-investidos-em-bolsas-no-exterior/> Acesso em: 20 de fev. de 2021.

SEPLAN-BA – Secretaria do Planejamento do Estado da Bahia. Território de identidade - Chapada Diamantina. Disponível em: <http://www.seplan.ba.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=17>. Acesso em: 04 de fev. 2021.

SILVA, A. J. C. L. P. O supergrupo espinhaço na Chapada Diamantina centro-oriental, Bahia: sedimentologia, estratigrafia e tectônica. 1994. Tese (Doutorado em Geoquímica e Geotectônica) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, São Paulo, 1994.

SOUZA, M. T.; SILVA, M. D.; CARVALHO, R. Revisão integrativa: o que é e como fazer. **Einstein**, São Paulo, SP, v.8 n.1, 2010.

THOMAZ, P. G.; ASSAD, R. S.; MOREIRA, L. F. P. Uso do fator de impacto e do índice H para avaliar pesquisadores e publicações. **Arquivo Brasileiro de Cardiologia**, São Paulo, SP, v.96, n.2, p.90-93, 2011.

VAN DER PIJL, L.V. Principles of Dispersal in Higher Plants. Berlim, **Springer-Verlag**. 1982. 215p.

VELLOSO, A. L. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro: IBGE, 1991.

VIANA, B. F.; FREITAS, B. M.; SILVA, F. O.; OLIVEIRA, F. F.; GALETTO, L.; KEVAN, P. G. Cursos de campo sobre polinização: uma proposta pedagógica. **Oecologia Australis**, v.14, p.299-306, 2010.

YAMAMOTO, L.F., KINOSHITA, L.S.; MARTINS, F.R. Síndrome de dispersão e polinização em fragmentos de floresta estacional semidecídua montana, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** v.21, p.553-573, 2007.

UTILIZAÇÃO DE MICRORGANISMOS MULTIFUNCIONAIS NAS PRINCIPAIS CULTURAS DO CERRADO

Data de aceite: 01/07/2021

Data de submissão: 11/06/2021

Laylla Luanna de Mello Frasca

Universidade Federal de Goiás
Goiânia – GO
<https://orcid.org/0000-0002-3572-1145>

Cássia Cristina Rezende

Universidade Federal de Goiás
Goiânia - GO
<https://orcid.org/0000-0001-8463-1907>

Mariana Aguiar Silva

Universidade Federal de Goiás
Goiânia - GO
<https://orcid.org/0000-0003-0297-5576>

Denner Robert Faria

Universidade Federal de Goiás
Goiânia - GO
<https://orcid.org/0000-0002-7779-9987>

Anna Cristina Lanna

Embrapa Arroz e Feijão
Santo Antônio de Goiás - GO
<https://orcid.org/0000-0001-8018-9349>

Marta Cristina Corsi de Filippi

Embrapa Arroz e Feijão
Santo Antônio de Goiás - GO
<https://orcid.org/0000-0003-1676-8164>

Adriano Stephan Nascente

Embrapa Arroz e Feijão
Santo Antônio de Goiás – GO
<https://orcid.org/0000-0002-6014-3797>

RESUMO: O uso de tecnologias contendo microrganismos multifuncionais (MM) para promover o crescimento de plantas é crescente na agricultura. Os MM possuem mecanismos de ação diversificados capazes de promover o crescimento vegetal fazendo com que se tornem um insumo biológico alternativo. O presente estudo trata-se de uma pesquisa bibliográfica, pautada nos pressupostos teóricos de vários autores e fontes sobre a utilização de microrganismos multifuncionais nas principais culturas do cerrado. Nestes termos, o estudo teve como principal objetivo apresentar o efeito do uso de microrganismos multifuncionais no desenvolvimento das principais culturas do Cerrado. A justificativa do trabalho é pautada na busca por modelos sustentáveis que se diferenciem do sistema de produção sustentável. Como resultado conclui-se que a utilização de microrganismos multifuncionais nas principais culturas do Cerrado proporciona incrementos na produtividade, sustentabilidade ao sistema de produção e redução do uso de agrotóxicos e adubos sintéticos.

PALAVRAS-CHAVE: Fungos. Promoção de crescimento. Rizobactérias.

USE OF MULTIFUNCTIONAL MICROORGANISMS IN THE MAIN CULTURES OF THE CERRADO

ABSTRACT: The use of technologies containing multifunctional microorganisms (MM) to promote plant growth is increasing in agriculture. MM have diversified action mechanisms capable of promoting plant growth, making them an alternative biological input. The present study is a

bibliographical research, based on the theoretical assumptions of several authors and sources about the use of multifunctional microorganisms in the main cultures of the cerrado. In these terms, the study had as main objective to present the effect of the use of multifunctional microorganisms in the development of the main cultures of the Cerrado. The justification for the work is based on the search for sustainable models that differ from the sustainable production system. As a result, it is concluded that the use of multifunctional microorganisms in the main crops of the Cerrado provides increases in productivity, sustainability to the production system and a reduction in the use of pesticides and synthetic fertilizers.

KEYWORDS: Fungi. Promotion of growth. Rhizobacteria.

1 | INTRODUÇÃO

Atualmente, as precauções com a saúde e meio ambiente intensificaram o interesse em tecnologias alternativas, garantindo os rendimentos competitivos e proteção das culturas, em uma abordagem sustentável levando a um equilíbrio ecológico à longo prazo e produção de alimentos para a população (Singh et al., 2017). Nesse contexto, o Brasil desempenha papel fundamental na produção de alimentos, especialmente na região do Cerrado, pela referência no cenário do agronegócio do país, que corresponde cerca de 40% da produção agrícola brasileira (Bolfe et al., 2020).

Culturas como o feijão-comum, arroz e soja apresentam grande relevância na balança comercial, devido ao seu valor socioeconômico, ampla utilização dos seus produtos, e expressão no mercado interno e externo (Maurício Filho et al., 2018). Porém, para atender a demanda necessária de alimentos para os próximos anos serão necessários investimentos no uso de tecnologias alternativas que se diferenciem do modelo de produção utilizado atualmente (Pierangeli et al., 2017).

A agricultura moderna exige que seja adotado modelos de produção objetivando tornar o processo produtivo mais rentável e sustentável (Melo, 2020). Diante do exposto, o uso de microrganismos multifuncionais é uma alternativa sustentável (Singh et al., 2017), trazendo a promoção de crescimento vegetal, controle biológico, redução do uso de agrotóxicos e adubos sintéticos, e conseqüentemente a redução dos custos de produção e sustentabilidade ao sistema de cultivo (Pierangeli et al., 2017).

Dentre os microrganismos multifuncionais, destacam-se as rizobactérias promotoras de crescimento vegetal (RPCVs) e os fungos do solo, organismos responsáveis por diversas modificações químicas direcionadas aos processos de ciclagem e disponibilidade de nutrientes no solo, devido à liberação de substâncias solubilizadoras de fosfatos e quelentes de ferro, produção de enzimas como lipases e ACC deaminase e síntese de fitohormônios (Sperandio et al., 2017). Estes microrganismos, se associam principalmente com a rizosfera das plantas, devido a rizodepositos e exsudatos radiculares, que são capazes de suportar seus hospedeiros, estimulando o crescimento das plantas, redução da infecção de patógenos, o aumento do rendimento produtivo e redução dos estresses

bióticos e abióticos (Vandenberghe et al., 2017).

Além disso, estudos recentes mostraram os efeitos benéficos de microrganismos multifuncionais no incremento produtivo da soja (Mundim et al., 2018), na resistência à seca por plantas de milho (Kavamura et al., 2017), na fixação biológica de nitrogênio em feijoeiro (Pérez-Jaramilo et al., 2017) e maior absorção de nutrientes por plantas de arroz de terras altas (Nascente et al., 2017). Esse manejo, vem se consolidando através do uso de co-inoculação, uma tecnologia caracterizada por adicionar dois ou mais microrganismos na planta-alvo, visando maximizar os diversos efeitos benéficos de suas interações (Chibeba et al., 2015).

A utilização de microrganismos multifuncionais como promotores de crescimento vegetal no feijão-comum, arroz, soja no Cerrado têm se mostrado uma excelente alternativa para melhorar o desenvolvimento de plantas. Porém, ainda se faz necessário pesquisas que apresentem os benefícios desses microrganismos para as culturas. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi apresentar o efeito do uso de microrganismos multifuncionais no desenvolvimento das principais culturas do Cerrado.

2 | METODOLOGIA

Relata um estudo de caráter teórico, através de pesquisas bibliográficas de função exploratória e abordagem qualitativa, que envolveu, fundamentalmente, a análise de informações e características sobre os microrganismos multifuncionais e seus mecanismos de ação nas principais culturas do Cerrado.

3 | MICRORGANISMOS MULTIFUNCIONAIS

O uso de microrganismos multifuncionais consiste na importância da variabilidade de sistemas de produção agrícola, são responsáveis por várias alterações químicas envolvidas no processo de ciclagem e disponibilidade de nutrientes no solo, devido à liberação de substâncias solubilizadoras de fosfatos e quelantes de ferro, síntese de fitohormônios e produção de enzimas como celulases, lipases, fosfases e ACC deaminase (Sperandio et al., 2017).

Atualmente, o uso desses microrganismos destaca-se na agricultura visando a promoção de crescimento de plantas, a indução de tolerância/resistência às doenças e solubilização de minerais no solo (Nascente et al., 2017). Dessa forma, engloba-se a interação de microrganismos em diversas culturas, por ser classificado com alto potencial biotecnológico, uma estratégia de bioagente na redução de insumos agrícolas e na redução do custo de produção, além de proporcionar um sistema de produção agrícola sustentável (Marinković et al., 2018)

As bactérias do gênero *Azospirillum* atuam no estímulo do crescimento das plantas como, pela produção de fitohormônios, aumentando o crescimento do sistema radicular e

do volume do solo, auxiliando na eficiência da nodulação e absorção de nutrientes. Além disso, auxiliam na capacidade de fixação biológica de nitrogênio, aumento da atividade da redutase do nitrato quando crescem endofiticamente nas plantas e no controle biológico de patógenos (Ribeiro et al., 2020).

A utilização de tais microrganismos demonstram aumento do número de nódulos presentes na raiz principal e secundária e incrementos produtivos na soja (Maurício Filho et al., 2018), aumento do diâmetro do colmo e número de grãos por espigas no milho (Matos et al., 2017), promoveu crescimento no feijão-comum (Souza & Simonetti, 2019), entre outros.

A utilização de bactérias do gênero *Bradyrhizobium* é consolidada no cenário agrícola e em plantas de soja, devido a formação de nódulos radiculares, que auxiliam na captação do nitrogênio atmosférico, pela ação de enzimas bacterianas, que é transformado em compostos nitrogenados ideias para as plantas. Adicionalmente, atua na síntese de fitohormônios que promovem o desenvolvimento das plantas, principalmente nas raízes, favorecendo a nodulação e a fixação biológica (Nogueira et al., 2018). A utilização desta rizobactéria resulta no aumento da área foliar e sistema radicular na soja (Filho et al., 2018), aumento da nodulação e absorção de nitrogênio na soja (Nogueira et al., 2018), entre outros.

A espécie *Serratia* pertence à família Enterobacteriaceae são relatadas como endófitas abundante na rizosfera das plantas. Tais microrganismos são capazes de promover o crescimento das plantas hospedeira, alto potencial de biocontrole com base antibiose (produção de prodigiosina e pirrolnitrina), capacidade de produção de enzimas líticas (quitinases e β -1,3-glucanases) que agem contra fungos patogênicos de solo (Kshetri et al., 2019).

Adicionalmente, os benefícios ocasionados dentro dos tecidos das plantas englobam a absorção de nutrientes, como o fósforo, por meio da solubilização do fosfato e da produção de sideróforos e na sintetização de fitohormônios, como o ácido indol-3-acético (AIA) (Kshetri et al., 2019).

El-Esawi et al., (2020) relatam que a utilização de bactérias do gênero *Serratia* na redução de estresse causado por metais pesados na soja, melhorou o crescimento das plantas, a biomassa, os atributos de troca gasosas, a absorção de nutriente, a capacidade antioxidante e o teor de clorofila nas plantas. Os autores sugerem que a inoculação de *Serratia* promove potencial de fitoremediação e tolerância ao estresse causado pelos metais pesados, modulando os atributos fotossintéticos e a biossíntese dos genes relacionados aos estresses.

Entretanto, as bactérias do gênero *Bacillus* estão entre as mais abundantes na rizosfera e destaca-se devido sua atividade como promotora de crescimento vegetal. Dessa forma, pode estimular mecanismos desejáveis aos cultivos, como a nodulação de leguminosas, fixação biológica de nitrogênio e absorção de nutrientes. Adicionalmente,

apresentam potencial de ação na germinação e emergência de plântulas, crescimento aéreo e radicular, na produtividade, no auxílio a superação das plantas frente as adversidades abióticas (Oliveira et al., 2016).

A utilização deste gênero já é bem consolidada no cenário agrônomico proporcionando controle de pragas na cultura do milho, devido a possibilidade de produção de inseticidas composta de bactérias (Bernades et al., 2018), aumentou a massa seca da parte aérea do feijão-caupi, devido ser promissora no aumento de nódulos de raízes que auxiliam na promoção e crescimento das plantas (Chagas et al., 2017a). Além de efeitos promissores na massa de 100 grãos, altura das plantas, teor de nutrientes nas folhas e produtividade da soja (Miranda et al., 2020).

Os fungos do gênero *Trichoderma* são um dos principais microrganismos responsáveis para o aumento do crescimento das plantas. Tal fungo, influencia positivamente na germinação de sementes, no desenvolvimento e rendimento das culturas devido, a produção de substâncias promotoras de crescimento, e promove melhorias na nutrição de plantas, principalmente pela solubilização de fósforo (Chagas et al., 2017b).

Adicionalmente, a colonização desse fungo refere-se à capacidade de reconhecer e aderir às raízes, penetrar e resistir a metabólitos tóxicos, tais como fitoalexinas, flavonóides, agliconas, fenóis, terpenóides e outros compostos antimicrobianos produzidos pelas plantas em resposta à invasão de patógenos (Chagas Junior et al., 2019). Resultados promissores são encontrados com a utilização deste gênero na agricultura, tais como, promoção de crescimento em solos sob estresse de nematóide no feijão-comum, devido a incorporação de fungos no solo promoverem aumento dos esporos, possibilitando o controle da praga ou doença (Gielh et al., 2015). A promoção de germinação e na qualidade fisiológica das sementes de soja (Lima et al., 2021), proporciona incrementos produtivos e excelente alternativa de manejo sustentável na cultura do arroz (Eidt et al., 2020), entre outros.

Contudo, a influência de microrganismos sobre o desenvolvimento das plantas é ampla, proporcionando diminuição dos custos produtivos, e uma alternativa de manejo sustentável para elevação dos teores produtivos, ocasionando em projeções positivas a curto e longo prazo principalmente na região do Cerrado (Chagas et al., 2017).

4 | MICROORGANISMOS MULTIFUNCIONAIS NA SOJA

A soja (*Glycine max*) destaca-se como cultura de importância nutricional e socioeconômica devido ao seu alto teor de proteína (40%) e óleo (20%), constituindo uma das principais fontes de suplementação proteica (Silva et al, 2017) e por ser a oleaginosa que detém maior área plantada no Brasil e no mundo, sendo uma *commoditie* com maior lucro agregado no mercado de grãos (CONAB, 2020). No Brasil, foram produzidos na safra de 2019/2020 124,8 milhões de toneladas, cultivados em 36,9 milhões de hectares, com produtividade média de 3.379 kg ha⁻¹ (CONAB, 2020), fazendo com que o Brasil

assumisse o primeiro lugar no ranking mundial de produção e exportação de grãos de soja (APROSOJA, 2020).

Os microrganismos da região da rizosfera são essenciais para o bom desenvolvimento das plantas de soja, atuando como simbioses na troca de água e nutrientes, aumentando sua resistência a estresses bióticos e abióticos (Singh et al., 2017). Microrganismos multifuncionais têm sido amplamente usados na cultura, atuando na resistência a patógenos e na promoção do crescimento vegetal através de diversos mecanismos de ação (Abhilash et al., 2016). Entre esses microrganismos destacam as rizobactérias promotoras de crescimento vegetal (RPCV) e fungos do gênero *Trichoderma* (Mayo Pietro et al., 2020).

Fungos do gênero *Trichoderma* são amplamente estudados na promoção do crescimento vegetal, atuando na promoção de crescimento na cultura da soja, principalmente pela solubilização de fósforo e outros minerais (França et al., 2017) e síntese de ácido indolacético (Chagas et al., 2017b). Silva et al. (2020) ao testar a microbiolização de sementes de soja com microrganismos multifuncionais (RPCV e o fungo *Trichoderma asperellum*), verificaram incremento de 25% na produção de biomassa de raiz quando comparado ao controle, sem microbiolização.

Dentre as RPCV na cultura da soja, *Azospirillum brasilense* encontra-se bastante difundido e amplamente utilizado, contribuindo com o desenvolvimento, crescimento e produtividade na cultura (Bashan e Bashan, 2010), atuando na estimulação direta do crescimento e apresentando capacidade de produzir e metabolizar diversos fitôrmonios de regulação metabólica, como auxinas, giberelinas e citocininas (Cassán & Diaz-Zorita, 2016). A associação das RPCV (*Azospirillum brasilense* + *Bradyrhizobium japonicum*) permitiram acréscimo de produtividade de até 16% na cultura (Hungria et al., 2013), assim como *Trichoderma* spp. apresentou efeito promotor de crescimento nas plântulas (Zhang et al., 2016).

Entre as RPCV, parte são diazotróficas, com capacidade de fixar o nitrogênio atmosférico. O nitrogênio (N) é macronutriente essencial para o desenvolvimento da planta, e altamente requerido por leguminosas, como a soja, que necessita de, no mínimo, 80 kg de N para produzir 1000 kg de grãos (Kaschuck et al., 2016). Bactérias dos gêneros *Rhizobium* e *Bradyrhizobium* são amplamente estudadas e utilizadas na agricultura devido a sua capacidade de fixar nitrogênio quando em simbiose com plantas de soja. Nessa interação simbiótica, as bactérias, formam nódulos nas raízes das plantas, onde ocorre a fixação de N (Prakamhang et al., 2015) fornecendo amônia a planta, que em troca fornecem carbono da sacarose para sustentar a fixação biológica (Juge et al., 2012). Essa simbiose contribui para entrada de N na biosfera (Shah & Subramaniam, 2018) reduzindo a fertilização artificial e promovendo o bom desenvolvimento e crescimento das plantas.

5 I MICRORGANISMOS MULTIFUNCIONAIS NO FEIJÃO

O feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*) exibe grande relevância na alimentação da população, constituindo uma fonte de proteínas, ferro, fibras, carboidratos e aminoácidos suplementares, além de ser a dieta básica principalmente de países da América Latina e Ásia (Okumu et al., 2018). Na safra 2019/20 foram cultivados 2,9 milhões de hectares com uma produção de aproximadamente 3,0 milhões de toneladas e produtividade média de 1.043 kg ha⁻¹ (CONAB, 2020).

O feijão-comum pode ser semeado em três safras anuais: safra de verão (safra das águas), com semeaduras sequenciais de 1º de novembro a 31 de dezembro; safrinha (seca), semeada de 1º de janeiro a 28 de fevereiro; e safra de inverno, de 1º de maio a 30 de junho (Heinemann & Stone, 2015). Dessa forma, o feijão-comum é altamente influenciado pelas condições climáticas, ocasionando na diminuição da produção causada pelos fatores adversos. Algumas técnicas de manejo auxiliam nos menores impactos dos fatores ambientais, em que, a produção da cultura é impactada quando há degradação dos nutrientes do solo, falta de água no período de germinação e floração, e solos com pouca atividade microbiana (Khaitov et al., 2020).

A utilização de microrganismos funcionais vem se difundindo no manejo da cultura, por ser uma leguminosa, se beneficiam em associação simbiótica com tais organismos, que auxiliam na promoção de crescimento, na indução de resistência a doenças, aquisição de nutrientes e a tolerância aos estresses (Mendes et al., 2018). Fungos do gênero *Trichoderma* são de grande importância principalmente, para leguminosas devido ao aumento do crescimento vegetal, a influência na germinação de sementes, no desenvolvimento e rendimento da cultura, devido ao seu mecanismo de produção de fitormônios e melhoria na nutrição das plantas, pela capacidade de solubilizar o fósforo e sintetização de ácido indol acético. Adicionalmente, é capaz de atuar como bioagentes de controle de doenças e indutores de resistência nas plantas (Chagas et al., 2017b).

Diversos incrementos são consolidados no feijão-comum utilizando *Trichoderma* tais como, promoção de crescimento (Chagas et al., 2017b), alivia os estresses salinos e aumenta a concentração de solutos orgânicos dos nódulos radiculares (Silva et al., 2019), controle biológico de doenças (Sá et al., 2019), entre outros. Entretanto, as bactérias do gênero *Serratia* são capazes de promover crescimento das plantas, incrementos na produtividade, aumento na emergência de sementes, rendimento da colheita e resistência a doenças, devido a capacidade de produção de hormônios como auxinas, citocininas e ácidos abscísico (Rezende et al., 2021). Dessa forma, efeitos positivos são consolidados na utilização deste manejo no feijão comum, como a capacitação de absorção de Fe e inibição de absorção de metais pesados (Dimkpa et al., 2009), incrementos no desenvolvimento e produtividade (Oliveira et al., 2017), entre outros.

Contudo, a utilização de MM consolida uma alternativa sustentável e econômica

nas condições atuais que demandam maiores preocupações com os teores produtivos sem agressão do meio ambiente.

6 I MICRORGANISMOS MULTIFUNCIONAIS NO ARROZ

O arroz é uma cultura de grande importância socioeconômica em muitos países, por ser a base da alimentação de metade da população mundial, principalmente nos países em desenvolvimento (FAOSTAT, 2017). No mundo, 76% do arroz é cultivado em várzea úmida com irrigação, 20% em várzea dependente de chuva e 4% em condições de terras altas, com irrigação suplementar ou dependente da água da chuva (sequeiro), em um total de 150 milhões de hectares (Maclean et al., 2013). Na safra 2019/20 a produção de arroz no Brasil foi de aproximadamente 1,8 milhões de toneladas (CONAB, 2020).

Há um desafio constante na produção de alimentos devido ao crescimento populacional, dessa forma a manutenção ou o aumento da produção de arroz é fundamental, mas para isso é importante aumentar a sustentabilidade dos sistemas de produção de arroz, diminuindo o impacto do uso intensivo da terra e dos recursos naturais e minimizando os custos (Katic et al., 2013). Portanto, é necessário a utilização e o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis para proporcionar incrementos significativos na produtividade de grãos da cultura (Nascente et al., 2017). Nesse sentido, o uso de microrganismos multifuncionais na cultura do arroz se constituiu em uma opção sustentável para promover o crescimento das plantas, aumentar a disponibilidade de nutrientes do solo, melhorar as trocas gasosas e, conseqüentemente, aumentar a produção de biomassa e rendimento de grãos (Nascente et al., 2017).

Resultados promissores com o uso de diferentes espécies de rizobactérias promotoras de crescimento vegetal (RPCV) têm sido verificados na literatura promovendo o crescimento e desenvolvimento vegetal por meio da produção de hormônios vegetais, como auxinas, citocininas e giberelinas (Ahemad e Kilbret, 2014); de enzimas relacionadas ao estresse oxidativo (Raj et al., 2012), pela fixação biológica de nitrogênio (FBN), solubilização de fosfato, produção de sideróforos, aceleração dos processos de mineralização da matéria orgânica (Bulgarelli et al., 2013) e pelo controle biológico (Santoyo et al, 2016).

Além das rizobactérias, algumas espécies de fungos também podem proporcionar maior desenvolvimento das plantas. Os fungos do gênero *Trichoderma* são capazes de atuar como bioestimulantes do crescimento radicular, promovendo o desenvolvimento de raízes por meio da produção de fitohormônios e assim, incrementar a assimilação de nutrientes, acrescentando a resistência diante de fatores bióticos não favoráveis, além de degradar fontes de nutrientes, facilitando a sua absorção, que serão importantes para o desenvolvimento do vegetal (Machado et al., 2012).

Plantas de arroz de terras altas tratadas com isolados de RPCV dos gêneros *Serratia* sp. e *Bacillus* sp. e de *Trichoderma asperellum*, proporcionaram, em média, maior taxa

fotossintética e biomassa seca de parte aérea das plantas de arroz. Já plantas tratadas com isolados de *Burkholderia sp.*, *Serratia sp.* e *Pseudomonas sp.* tiveram maior acúmulo de nutrientes na parte aérea (Nascente et al., 2017a). Fernandes et al. (2020) verificaram aumento significativo no número de panículas e na produtividade de grãos do arroz de terras altas inoculado com mixes de RPCV e *Trichoderma asperellum*.

Já para o arroz irrigado um isolado do gênero *Bacillus sp.* proporcionou, em média, maior biomassa de matéria seca, trocas gasosas e acúmulo de nitrogênio, fósforo, ferro, manganês e zinco nas folhas 101 dias após a emergência do arroz e produção significativamente superior ao das plantas controle (sem inoculação) (Nascente et al., 2017b). Sousa et al. (2019) registraram maior comprimento radicular de plântulas de arroz irrigado por inundação que foram inoculadas com RPCV. Esses resultados comprovam o efeito positivo dos microrganismos multifuncionais para a cultura do arroz, sendo uma ótima opção para uma produção mais eficiente e sustentável.

7 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido ao crescimento populacional no decorrer dos anos, existe uma preocupação para suprir a necessidade alimentícia mundial, promovendo uma pressão no cenário agrícola. Os avanços tecnológicos interligados a práticas sustentáveis são buscas viáveis economicamente e social para incrementar os potenciais produtivos das culturas, atuando de forma intrínseca e extrínseca sobre as plantas e contribui para o equilíbrio do agrossistema.

REFERÊNCIAS

- ABHILASH, P. C. C.; DUBEY, R. K.; TRIPATHI, V.; GUPTA, V. K.; SINGH, H. B. **Plant Growth-Promoting Microorganisms for Environmental Sustainability**. Trends in Biotechnology, v. 34, n. 11, p. 847-850, 2016.
- AHEMAD, M.; KIBRET, M. **Mechanisms and applications of plant growth promoting rhizobacteria: current perspective**. Journal of King Saud University, v.26, n.1, p.1-20, 2014.
- APROSOJA. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE SOJA. **Levantamento Soja USDA N° 596**. Disponível em: <https://aprosojabrasil.com.br/wp-content/uploads/2020/01/AprosojaBR.Resumo_USDA_01.2020.pdf> Acesso em: 07 de junho de 2020.
- BASHAN, Y.; de-BASHAN, L. E. **How the Plant Growth - Promoting Bacterium Azospirillum Promotes Plant Growth - A Critical Assessment**. Advances in Agronomy, v. 108, cap. 2, 2010, p. 77-136.
- BERNADES, J. V. A.; THULER, A. M. G.; THULER, R. T. **Seleção de *Bacillus thuringiensis* isolados na região do triângulo mineiro para controle de *Spodoptera frugiperda***. In: II Seminário de Pesquisa e Inovação Tecnológica, v.2, n.1, 2018. Anais... Instituto Federal de Educação, Ciência E Tecnologia Do Triângulo Mineiro, Uberaba, 2018.

BOLFE, E. L.; SANO, E. E.; CAMPOS, S. K. **Dinâmica agrícola no Cerrado – Análises e projeções**. 312f. Brasília, DF: Embrapa, v.1, 2020.

BULGARELLI, D.; SCHLAEPPI, K.; SPAEPEN, S.; VAN THEMAAT, E. V. L.; SCHULZE-LEFERT, P. **Structure and functions of the bacterial microbiota of plants**. Annual Review of Plant Biology, v.64, n.1, p.807-838, 2013.

CASSÁN, F.; PERRIG, D.; SGROY, V.; MASCIARELLI, O.; PENNA, C.; LUNA, V. ***Azospirillum brasilense* Az39 and *Bradyrhizobium japonicum* E109, inoculated singly or in combination promote seed germination and early seedling growth in corn (*Zea mays* L.) and soybean (*Glycine max* L.)**. Soil Biology, v. 45, p. 28- 35, 2009.

CHIBEBA, A. M.; GUIMARÃES, M. DE F.; BRITO, O. R.; NOGUEIRA, M. A.; ARAÚJO, R. S.; HUNGRIA, M. **Co-inoculation of soybean with *Bradyrhizobium* and *Azospirillum* promotes early nodulation**. American Journal of Plant Sciences, v.6, n.10, p. 1641-1649, 2015.

CHAGAS, L. F. B.; MARTINS, A. L. L.; CARVALHO FILHO, M. R.; MILLER, L. O.; OLIVEIRA, J. C.; CHAGAS JUNIOR, A. F. ***Bacillus subtilis* and *Trichoderma* sp. in biomass increase in soybean, beans, cowpea, corn and rice**. Revista Agri-Environmental Sciences, v. 3, n. 2, p. 10-19, 2017a.

CHAGAS, L. F. B.; CHAGAS JUNIOR, A. F.; SOARES, L. P.; FIDELIS, R. R. ***Trichoderma* na promoção do crescimento vegetal**. Revista de Agricultura Neotropical, v. 4, n. 3, p. 97-102, 2017b.

CHAGAS JUNIOR, A. F.; CHAGAS, L. F. B.; COLONIA, B. S. O.; MILLER, L. O.; de OLIVEIRA, J. C. ***Trichoderma asperellum* (UFT201) functions as a growth promoter for soybean plant**. African Journal of Agricultural Research, v.14, n.33, p. 1772-1777, 2019.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileiro – grãos: oitavo levantamento, maio 2020 – safra 2019/2020**. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento, v.7, n.8, 2020. 31p.

DIMKPA, C. O.; DIRK, M.; ALES, S.; GEORG, B.; ERIKA, K. **Metal-induced oxidative stress impacting plant growth in contaminated soil is alleviated by microbial siderophores**. Soil Biology Biochemistry, v.41, n.1, p.154-162, 2009.

EIDT, R. T.; BERNADO, J. T.; BARROS, J. N. G.; AGUILERA, J. G.; GROHS, M.; COSTA, D. F. **A. Evaluation of the use of agrohomoepathy and *Trichoderma* sp. in the productivity of rice susceptible to blast**. Research, Society and Development, v. 9, n.9, p.397-420, 2020.

EL-ESAWI, M. A.; ELKELISH, A.; SOLIMAN, M.; ELANSARY, H. O.; ZAID, A.; WANI, S. H. ***Serratia marcescens* Bm1 enhances cadmium stress tolerance and phytoremediation potential of soybean through modulation of osmolytes, leaf gas exchange, antioxidant machinery, and stress-responsive genes expression**. Antioxidants, v.9, n. 43, p.2-17, 2020.

FAOSTAT. **Production: Crops**. 2017. Disponível em: <www.faostat.fao.org>. Acesso em: 09 jun 2021.

FERNANDES, J. P. T.; NASCENTE, A. S.; FILIPPI, M. C. C.; LANNA, A. C.; SOUSA, V. S.; SILVA, M. A. **Physio-agronomic characterization of upland rice inoculated with mix of multifunctional microorganisms**. Revista Caatinga, v. 33, n. 3, p. 679 – 689, 2020.

FILHO, J. M.; SILVA, C. H. S.; SOUZA, J. E. B. **Agronomic performance and productivity of soybean culture with co-inoculation of *Bradyrhizobium* e *Azospirillum brasilense***. Ipê Agronomic Journal, v.2, n.2, p. 48-59, 2018.

FRANÇA, D. V. C.; KUPPER, K. C.; MAGRI, M. M. R.; GOMES, T. M.; ROSSI, F. ***Trichoderma* spp. isolates with potential of phosphate solubilization and growth promotion in cherry tomato**. Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 47, n. 4, p. 360-368, 2017.

GIELH, J.; REINIGER, L. R. S.; FRUET, S. F. T.; SILVA, B. R.; MIRANDA, F. **Efeito de *Trichoderma* spp. no cultivo de feijoeiro comum em condições decampo sob estresse por nematoides**. Cadernos de Agroecologia, Seropédica, v. 10, n. 3, p. 1-5, 2015.

HEINEMANN, A. B.; STONE, L. F. **Requirement of supplemental irrigation for dry season common bean in Goiás**. Irriga, v. 1, n. 2, p. 57-66, 2015.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S. **Co-inoculation of soybeans and common beans with rhizobia and azospirilla: strategies to improve sustainability**. Biology and Fertility of Soils, v. 49, n. 7, p. 791-801, 2013.

JUGE, C.; PRÉVOST, D.; BERTRAND, A.; BIPFUBUSA, M. CHALIFOUR, F. P. **Growth and biochemical responses of soybean to double and triple microbial associations with *Bradyrhizobium*, *Azospirillum* and arbuscular mycorrhizae**. Applied Soil Ecology, v. 61, p. 147-157, 2012.

KASCHUK, G.; NOGUEIRA, M. A.; LUCA, M. J.; HUNGRIA, M. **Response of determinate and indeterminate soybean cultivars to basal and topdressing N fertilization compared to sole inoculation with *Bradyrhizobium***. Field Crops Research, v. 195, p. 21-27, 2016

KATIC, P. G.; NAMARA, R.; HOPE, L.; OWUSU, E. **Rice and irrigation in West Africa: achieving food security with agricultural water management strategies**. Water Resources and Economics, v. 1, p. 75-92, 2013.

KAVAMURA, V. N.; SANTOS, S. N.; TAKETANI, R. G.; VASCONCELLOS, R. L. F.; MELO, I. S. **Draft genome sequence of plant growth-promoting drought-tolerant *Bacillus* sp. strain cmaa 1363 isolated from the brazilian caatinga biome**. Genome Announcements, Washington D. C. v.5, n.5, 2017.

KHAI TOV, B.; VOLL MANN, J.; PYON, J. Y.; PARK, K. W. **Improvement of salt tolerance and growth in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) by co-inoculation with native rhizobial strains**. Journal Agri Sience Technology, v.22, n.1, p. 209-2020, 2020.

KSHETRI, L.; NASSEM, F.; PANDEY, P. **Role of *Serratia* sp. as biocontrol agent and plant growth stimulator, with prospects of biotic stress management in plant. plant growth promoting rhizobacteria for sustainable stress management**, v.13, p. 169-200, 2019.

LIMA, R. E.; AGUILERA, J. G.; ZUFFO, A. M.; ALVES, C. Z.; RATKE, F. F.; NOGUEIRA, G. A.; TEIXEIRA, A. V.; CÂNDIDO, A. C. S. **Quality of soybean seeds after inoculation of biologicals in the field**. Research, Society and Development, v. 10, n. 4, p. 414-419, 2021.

MACHADO, D. F. M. et al. *Trichoderma*: o fungo e o bioagente. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 35, n. 1, jan./jun. 2012. Disponível em: < <http://www.scielo.gpeari.mctes.pt/pdf/rca/v35n1/v35n1a26.pdf> >. Acesso em: 09 jun. 2021.

MACLEAN, J.L.; DAWE, D.C.; HARDY, B.; HETTEL, G.P. **Rice Almanac**: Source book for one of the most important economic activity on Earth 4. ed. Philippines: IRRI, 2013.

MARINKOVIC, J.; BJELIĆ, D.; TINTOR, B.; MILADINOVIĆ, J.; ĐUKIĆ, V.; ĐORĐEVIĆ, V. **Effects of soybean co-inoculation with plant growth promoting rhizobacteria in field trial**. Romanian Biotechnological Letters, v. 23, n. 2, p. 13041-13408, 2018.

MATOS, F. B.; OLIVEIRA, F. F.; PIETROSKI, M.; MULLER, P. F.; TAKESHITA, V.; CAIONE, G. **Use of *Azospirillum brasilense* to increase the efficiency of nitrogen fertilization on corn**. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v. 16, n.1, p.131-141, 2017.

MAURICIO FILHO, J.; SILVA, C. H. S.; SOUZA, J. E. B. **Agronomic performance and productivity of soybean culture with co-inoculation of *Bradyrhizobium* e *Azospirillum brasilense***. Ipê Agronomic Journal, v.2, n.2, p. 48-59, 2018.

MAYO PIETRO, S.; CAMPELO, M. P.; LORENZANA, A.; RODRÍGUEZ GONZÁLEZ, A.; REINOSO, B.; GUTIÉRREZ, S.; CASQUERO, P. A. **Antifungal activity and bean growth promotion of *Trichoderma* strains isolated from seed vs soil**. European Journal of Plant Pathology, v. 158, p. 817-828, 2020.

MELO, I. S. **Agência Embrapa de Informação Tecnológica - Rizobactérias**. Embrapa, 2020.
Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agricultura_e_meio_ambiente/arvore/CONTAG01_53_210200792814.html>. Acesso em: 07. jun. 2021.

MENDES, L. W.; RAAIJMAKERS, J. M.; HOLLANDER, de M.; MENDES, R.; TSAI, S. M. **Influence of resistance breeding in common bean on rhizosphere microbiome composition and function**. The ISME Journal, v.12, p. 212-224, 2018.

MIRANDA, L. B.; DOMINGUES, S. C. O.; DOSSO, C.; CARVALHO, M. A. C.; YAMASHITA, O. M.; RABELO, H. O. **Growth promoters in soybean crop**. South American Journal of Basic Education, Technical and Technological, v.7, n.2, p. 469-479, 2020.

MUNDIM, L. M. F.; ROCHA, D. K.; REIS dos, C. F.; CARVALHO, E. R. **Coinoculação de *Azospirillum brasilense* e *Bradyrhizobium* via sementes de soja no cerrado**. Global Science Technology, Rio Verde, v.11, n.03, p.10-19, 2018.

NASCENTE, A. S.; FILLIPI, M. C.; LANNA, A. C.; SOUZA, V. L.; SILVA, L.; SILVA, G. B. **Biomass, gas exchange, and nutrient contents in upland rice plants affected by application forms of microorganism growth promoters**. Environmental Science Pollution Research, Springer Natures, v.24, p.2956-2965, 2017a.

NASCENTE, A. S.; FILIPPI, M. C. C.; LANNA, A. C.; SOUSA, T. P.; SOUZA, A. C. A.; LOBO, V. L. S.; SILVA, G. B. **Effects of beneficial microorganisms on lowland rice development**. Environmental Science and Pollution Research, v.24, n.32, p.25233-25242, 2017b.

NOGUEIRA, M. A.; PRANDO, A. M. OLIVEIRA, A. B.; LIMA, D.; CONTE, O.; HARGER, N.; OLIVEIRA, F. T.; HUNGRIA, M. **Ações de transferência de tecnologia em inoculação/ coinoculação com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* na cultura da soja na safra 2017/18 no estado do Paraná**. 16f. Circular Técnica, n.123, 2018.

- OKOMU, O. O.; MUTHOMI, J.; OJIEM, J.; NARLA, R.; NDERITU, J. **Effect of lablab green manure on population of soil microorganisms and establishment of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.)**. American Journal of Agricultural Science, v.5, n.3, p.44-54, 2018.
- OLIVEIRA, G. R. F.; SILVA, M. S.; MARCIANO, T. Y. F.; PROENÇA, S. L.; de SÁ, M. E. **Crescimento inicial do feijoeiro em função do vigor de sementes e inoculação com *Bacillus subtilis***. Brazilian Journal of Biosystems Engineering, Ilha Solteira, v. 10, n.4, p. 439-448, 2016.
- OLIVEIRA, C. A. B.; PELÁ, G. M.; PELÁ, A. **Inoculação com *Rhizobium tropici* e adubação foliar com molibdênio na cultura do feijão comum**. Revista de Agricultura Neotropical, v.4, n.5, p.43-50, 2017.
- PÉREZ-JARAMILO, J. E.; CARRIÓN, V. J.; BOSSE, M.; FERRÃO, L. V. F.; HOLLANDER de, M.; GARCIA, A. F. F.; RAMÍREZ, C. A.; MENDES, R.; RAAIJIMAKERS, J. M. **Linking rhizosphere microbiome composition of wild and domesticated *Phaseolus vulgaris* to genotypic and root phenotypic traits**. ISME Journal, Bethesda, v.11, n. 1, p. 2244-2257, 2017.
- PIERANGELI, G. M. F.; CIPRIANO, M. A. P.; LABANCA, E. G.; XAVIER, M. A.; SILVEIRA, A. P. D. **Utilização de microrganismos benéficos na produção de mudas de cana-de-açúcar pelo sistema MPB**. 69ª Reunião Anual da SBPC, Belo Horizonte/MG - UFMG, 2017.
- PRAKAMHANG, J.; TITABUTR, P.; BOONKERD, N.; TEAMTISONG, K.; UCHIUMI, T.; ABE, M.; TEAUMROONG, N. **Proposed some interactions at molecular level of PGPR coinoculated with *Bradyrhizobium diazoefficiens* USDA110 and *B. japonicum* THA6 on soybean symbiosis and its potential of field application**. Applied Soil Ecology, v. 85, p. 38-49, 2015.
- RAJ, S. N.; LAVANYA, S. N.; AMRUTHESH, K. N.; NIRANJANA, S. R.; REDDY, M. S.; SHETTTY, H. S. **Histo-chemical changes induced by PGPR during induction of resistance in pearl millet against downy mildew disease**. Biological Control, v.60, n.2, p.90-102, 2012.
- REZENDE, C. C.; SILVA, M. A.; FRASCA, L. L. M.; FARIA, D. R.; FILIPPI, M. C. C.; LANNA, A. C.; NASCENTE, A. S. **Multifunctional microorganisms: use in agriculture**. Research, Society and Development, v. 10, n.2, p.712-725, 2021.
- RIBEIRO, D. F.; OLIVEIRA, L. C. A.; DOMINGUES, S. C. O.; TEIXEIRA, E. R. E.; CARVALHO, M. A. C.; YAMASHITA, O. M.; OLIVEIRA, J. C. **Co-inoculation with *Azospirillum brasilense* and *Bradyrhizobium japonicum* in soybean in the first and third year of cultivation**. Tropical and Subtropical Agroecosystems, v.23, p.1-9, 2020.
- SÁ, M. N. F.; LIMA, J. S.; JESUS, F. N.; PEREZ, J. O.; GAVA, A. A. T. **Effect of *Bacillus* sp. and *Trichoderma* sp. in Micelial Growth of *Sclerotium rolfsii***. Acta Brasiliensis, v.3, n.2, p.79-81, 2019.
- SANTOYO, G.; MORENO-HAGELSIEB, G.; OROZCO-MOSQUEDA, M.C.; GLICK, B.R. **Plant growth-promoting bacterial endophytes**. Microbiological Research, v.183, p. 92-9, 2016.
- SILVA, F. C. dos S.; SEDIYAMA, T.; OLIVEIRA, R. de C. T.; BORÉM, A.; SILVA, F. L.; BEZERRA, A. R. G.; SILVA, A. F. **Economic Importance and Evolution of Breeding**. In: SILVA, F. L.; SEDIYAMA, A. B. T.; LUDKE, W. H. (eds) Soybean Breeding. Springer International Publishing, p. 1-17., 2017.
- SILVA, L. V.; OLIVEIRA, S. B. R.; AZEVEDO, L. A.; RODRIGUES, A. C.; BONIFACIO, A. **Coinoculation with *Bradyrhizobium* and *Trichoderma* alleviates the effects of salt stress in cowpea**. Revista Caatinga, v. 32, n.2, p. 336-344, 2019.

SILVA, M. A.; NASCENTE, A. S.; FILIPPI, M. C. C.; LANNA, A. C.; SILVA, G. B.; SILVA, J. F. A. **Individual and combined growth-promoting microorganisms affect biomass production, gas exchange and nutrient content in soybean plants.** Revista Caatinga, v. 33, n. 3, p. 619-632, 2020.

SINGH, S.; SINGH, V.; PAL, K. **Importance of microorganisms in agriculture. Climate and Environmental changes: Impact, Challenges and Solutions.** v.1, p. 93-117, 2017.

SOUSA, I. M.; NASCENTE, A. S.; FILIPPI, M. C. C. **Bactérias promotoras do crescimento radicular em plântulas de dois cultivares de arroz irrigado por inundação.** Colloquium Agrariae, v. 15, n.2, p. 140-145, 2019.

SOUZA, S. L. S.; SIMONETTI, A. P. M. **Inoculation and coinoculation of *Rhizobium* and *Azospirillum* BRS FC 104 bean cultivar.** Revista Cultivando o Saber, v. 1, p. 14-23, 2019.

SPERANDIO, E. M.; VALE, H. M. M.; REIS, M. S.; CORTES, M. V. C. B.; LANNA, A. C., FILIPPI, M. C. C. **Evaluation of rhizobacteria in upland rice in Brazil: growth promotion and interaction of induced defense responses against leaf blast (*Magnaporthe oryzae*).** Acta Physiol Plant, Heidelberg, v.39, p.259-269, 2017.

VANDENBERGHE, L.P. de SOUZA.; GARCIA, L. M. B.; RODRIGUES, C.; CAMARA, M. C.; PEREIRA, G. V. de M.; de OLIVEIRA, J.; SOCCOL, C. R. **Potential applications of plant probiotic microorganisms in agriculture and forestry.** AIMS Microbiol, v.3, n.3, p. 629-648, 2017.

ZHANG, F.; GE, H.; ZHANG, F.; GUO, N.; WANG, Y.; CHEN, L.; JI, X.; LI, C. **Biocontrol potential of *Trichoderma harzianum* isolate T-aloee against *Sclerotinia sclerotiorum* in soybean.** Plant Physiology and Biochemistry, v.100, p. 64-74, 2016

CAFEZAIS ARBORIZADOS E GEADAS: UM ESTUDO DE CASO PARA O ESTADO DO PARANÁ - REVISÃO

Data de aceite: 01/07/2021

Data de submissão: 31/03/2021

Guilherme Almussa Leite Torres

Universidade Estadual de Campinas, Instituto
de Geociências
Campinas, SP
<http://lattes.cnpq.br/7548756488458522>

Rafael Vinicius de São José

Universidade Estadual de Campinas, Instituto
de Geociências
Campinas, SP
<http://lattes.cnpq.br/7426415708178235>

Roberto Greco

Universidade Estadual de Campinas, Instituto
de Geociências
Campinas, SP
<http://lattes.cnpq.br/4068114349004406>

Priscila Pereira Coltri

Centro de Pesquisas Meteorológicas e
Climáticas Aplicadas a Agricultura
Campinas, SP
<http://lattes.cnpq.br/7282763701085219>

RESUMO: O estado do Paraná, localizado na região sul do Brasil, está entre os maiores produtores nacionais de café. O cafeeiro é sensível a variações meteorológicas e a eventos naturais característicos dos trópicos. Este trabalho busca analisar a utilização do plantio de árvores nos cafezais como forma de diminuir as grandes perdas nas safras provenientes das

geadas. Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi revisar os principais benefícios do plantio de café arborizado frente a extremos de frio, avaliando essa técnica como uma alternativa para as lavouras do estado. Para tanto, realizou-se uma revisão bibliográfica em artigos publicados em periódicos e anais de congressos que abordam a técnica de arborização dos cafezais. Os resultados apontam que cafeeiros arborizados adequadamente tiveram menores prejuízos em eventos de geadas. Adicionalmente, a técnica da arborização minimiza outros impactos ambientais e protege o cafeeiro de eventos climáticos extremos, não só relacionados ao frio. Os resultados também sugerem que a arborização, pode se tornar uma fonte de renda extra ao produto.

PALAVRAS-CHAVE: Preservação Ambiental; Cafeicultura; Rendimento Agroflorestal; Clima Local.

WOODED COFFEE AND FROST: A CASE STUDY IN THE PARANÁ STATE - REVIEW

ABSTRACT: The Paraná state, located in the southern region of Brazil, is among the largest national coffee producers. The coffee tree is sensitive to weather variations and natural events characteristic of the tropics. This work seeks to analyze the use of tree planting in coffee plantations as a way to reduce the large losses in crops that the state faces due to frosts. Thus, the objective of this work was to review the main benefits of planting wooded coffee in the face of cold extremes, evaluating this technique as an alternative to the state's crops. To this end,

a bibliographic review was carried out on articles published in journals and conference proceedings that address the technique of afforestation of coffee plantations. The results show that properly planted coffee trees had less losses in frost events. Additionally, the afforestation technique minimizes other environmental impacts and protects the coffee tree from extreme weather events, not only related to the cold. The results also suggest that afforestation can become a source of extra income for the product.

KEYWORDS: Environmental Preservation; Coffee Crop; Agroforestry Income; Site Climate.

1 | INTRODUÇÃO

A geada se caracteriza pelo orvalho gelado e forma-se quando a temperatura diminui o suficiente (inferior a 0°C) para provocar a condensação da umidade atmosférica sobre os objetos na forma sólida ou congelar, aquela que já tiver sido depositada (TORRES e MACHADO, 2016, p.69). Didaticamente, existem duas definições de geada: (i) a Meteorológica, associada a deposição de gelo sobre as superfícies expostas ao relento em noites de intenso resfriamento, e (ii) a Agrônômica, definida como fenômeno atmosférico que provoca a morte das plantas ou de suas partes (folhas, ramos, frutos) em baixas temperaturas (SNYDER, 2005). Situações extremas de baixas temperaturas, em geral, associadas à ocorrência de geadas, se constitui em um evento meteorológico adverso e de risco para a produção agrícola e, conseqüentemente, à economia do país (SIMÕES, 2015).

A ocorrência de geadas também constitui um fator de risco no cultivo de cafeeiros na região sul do Brasil (CARAMORI et al., 1996). Dependendo da intensidade, localização das lavouras e condição fisiológica das plantas, pode causar prejuízos de grandes proporções a produção cafeeira (MORAIS et al., 2009).

Os eventos climáticos podem ser previstos a partir do momento em que se faz uso de um arcabouço teórico e metodológico baseado nas questões físicas e nos padrões encontrados na atmosférica, no entanto, ainda não é possível prever com exatidão a força e a localidade exata em que determinado evento pode atuar (BORSATO, 2016). Com o evento de geadas não é diferente. Ocorrem devido à entrada de massas de ar polar com baixa temperatura e umidade, mas não é possível prever sua frequência regular de episódios, sendo que podem ocorrer sucessivamente ou permanecer durante vários dias atuando no mesmo local, com sua intensidade também variável, podendo provocar geadas fracas a severas (MORAIS et al., 2009).

Os eventos de geadas no Brasil ainda podem se apresentar como risco ao cafeeiro de três formas quando levamos em consideração sua gênese e impacto. A primeira está relacionada a entrada de uma massa de ar frio, proveniente da região polar, com ocorrência de ventos fortes, constantes, e com temperaturas baixas. Esse tipo de geada é definido como Geada de Advecção ou de Vento Frio, e provoca danos apenas em um lado da planta, aquele voltado para os ventos predominantes (FERNANDES et al., 2013).

“Com a estagnação da massa de ar frio, a alta pressão polar passa a atuar,

deixando o céu sem nuvens, sem vento e o ar frio e seco, o que permite um intenso resfriamento do solo, provocando queda da temperatura do ar próximo à superfície. Esse processo, resulta na inversão térmica, e, a temperatura do ar, nos primeiros metros, passa a aumentar com a altura, ao invés de diminuir, como normalmente acontece.” (FERNANDES et al., 2013).

Esse tipo de geada é definido como Geada de Radiação e causa morte do tecido vegetal por congelamento, havendo ou não formação de gelo (FERNANDES et al., 2013). Há ainda a Geada de Canela, que tem sua origem em brisas catabáticas (que sopram morro abaixo), em noites que a temperatura da superfície diminui consideravelmente, levando ao congelamento da seiva no caule das plantas mais próximas ao solo (ROSSI et al., 2016). Borsato (2016) também pontua que durante o inverno as massas de ar frias se intensificam, avançando com maior frequência pelo interior do continente sul-americano. Morais et al., (2009) destaca ainda que, os períodos de maior ocorrência de geadas nas regiões cafeeiras do Paraná, são os meses entre maio a setembro, com maior intensidade em junho e julho.

Para além dos fatores climáticos, a cafeicultura é influenciada por variáveis econômicas do produto, como o alto custo de produção nos sistemas tradicionais de cultivo, que visa a obtenção de altas produtividades, mas provoca desestímulo nos produtores nas épocas em que os preços de mercado são baixos (ALVARENGA, 2000). Dessa forma, o sistema consorciado de cultivo de cafeeiros com arbóreas surge como alternativa promissora e uma opção para os produtores frente as constantes oscilações do café no mercado (OLIOSI et al., 2015). Uma vez que dependendo da localidade e da variação climática, a arborização pode ser feita com espécies de valor comercial, como as frutíferas, agregando valor à lavoura cafeeira. Essa opção de cultivo são, também, mais sustentáveis do ponto de vista ecológico, por melhorarem as condições de umidade do solo, funcionarem como quebra-ventos diminuindo a incidência de doenças, apresentarem diferentes extratos arbóreos que podem funcionar como abrigo de controladores naturais de pragas, amenizarem extremos climáticos no microclima de plantio (COLTRI et al., 2019) e, principalmente, por representarem uma opção de ganho para o produtor e/ou aproveitamento de mão de obra na entressafra do café (ALVARENGA, 2000).

Dessa forma, além de se tratar de uma alternativa ecológica e economicamente sustentável, a arborização dos cafezais contribui muito para evitar as adversidades das geadas sobre o cafeeiro. O estado do Paraná e outras regiões produtoras vêm adotando o sistema adensado de cultivo como forma de minimizar os danos causados pelas geadas (ANDROCIOLI FILHO, 1996). Espécies arbóreas como bracatinga (*Mimosa scabrella*), grevilea (*Grevillea robusta*), leucena (*Leucaena leucocephala*), guandu (*Cajanus cajan*) e seringueiras (*Hevea brasiliensis*) já foram testados em consorciação com cafeeiros e indicaram a viabilidade desta prática na cafeicultura (CARAMORI et al., 2001; LEAL et al., 2005).

Nesse contexto, o trabalho tem por objetivo revisar os principais benefícios do plantio de café arborizado frente a extremos de frio, avaliando essa técnica como uma alternativa para as lavouras do estado do Paraná.

Estudos que abordem a contribuição bibliográfica existente sobre este assunto são importantes pois sintetizam a visão geral que é encontrada em diferentes linhas de pesquisa sobre sistemas agroflorestais. Os sistemas de arborização pode trazer co-benefícios aos produtores de café, minimizando os danos da oscilação dos preços da cultura e trazendo outras fontes de renda, uma vez que a arborização pode ser feita com arbóreas produtoras de frutos como o abacateiro e o cajueiro, por exemplo (ALVARENGA, 2000). Ressalta-se também os co-benefícios ecológicos, conforme é apontado por Hernandez, Pedro Junior e Bardin (2004). Nesse contexto, evidencia-se a importância de uma revisão que aborde a potencialidade da arborização em cafezais. Buscou-se, também, evidenciar a capacidade dessa técnica em diminuir a vulnerabilidade do cafeicultor frente a adversidades climáticas, como as geadas, característica da área de estudo.

2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DA VIABILIDADE DA TÉCNICA DE ARBORIZAÇÃO DE CAFEZAIS

A revisão bibliográfica foi realizada levando em consideração artigos publicados em revistas científicas nacionais e internacionais com indexação no Google scholar e, trabalhos completos publicados em anais de congressos. Utilizou-se como palavras chaves para buscar: arborização de cafezais, sistemas agroflorestais, cafezais e geadas, serviços ecossistêmicos. Foram levados em consideração trabalhos publicados entre 1962 e 2019.

As bibliografias analisadas revelaram um grande potencial para a arborização de cafezais como forma de diminuir os riscos ao cafeeiro que as geadas podem ocasionar, entre outros benefícios de caráter ambiental e econômico. Contudo, é necessário levar em consideração a espécie arbórea e a idade da planta para que se escolha o melhor método de proteção (THOMAZIELLO et al., 2000).

Para cafeeiros jovens, Morais et al., (2009) verificaram que existem diferentes métodos de proteção, e esses métodos dependem da idade das plantas.

Em cafeeiros com seis meses, até dois anos após o plantio no campo, quando a copa da planta ainda não está totalmente formada, temperaturas do ar a partir de -2 °C são suficientes para causar danos no caule (geada de canela), devido ao acúmulo do ar frio próximo ao solo (MORAIS et al., 2009). Neste caso, recomenda-se que seja feito no início de maio o “achegamento de terra” junto ao tronco do cafeeiro, que deve permanecer coberto até setembro, assim, caso ocorra geada, a terra protegerá as gemas ortotrópicas e mesmo que as folhas e ramos plagiotrópicos sejam afetados, haverá rebrota (MORAIS et al., 2009).

No caso de cafeeiros recém-implantados (até seis meses), não é possível realizar

o “achegamento de terra”, uma vez que as mudas têm o porte baixo e o tronco flexível, sendo recomendado a cobertura total da muda como forma de proteger o cafeeiro contra as geadas (MORAIS et al., 2009). Esta última, apesar de ser uma técnica adequada para a idade das plantas e eficiente contra as geadas, já foi apontado como causadora de morte das plantas, devido ao estresse sofrido pelas mudas durante o período coberto, sendo que tais condições podem se agravar quando as plantas têm baixo vigor vegetativo ou permanecem enterradas em períodos chuvosos (MORAIS et al., 2009).

Dessa forma, o cuidado com a idade e a técnica escolhida é algo de vital importância para o crescimento saudável do cafeeiro. Sendo este, um dos principais pré-requisitos que os produtores devem levar em consideração para escolher a melhor técnica na proteção contra geadas.

Para cafeeiros adultos, sistemas agroflorestais apresentaram resultados significantes na proteção do cafeeiro em eventos de geada, a depender da espécie arbórea e do tipo de manejo da lavoura. Uma das alternativas podem ser espécies como o Guandu (*Cajanus Cajan*) e o Tremoço (*Lupinus Albus*) que apesar de não serem arbóreas, apresentaram proteção significava aos cafezais contra geadas (CARAMORI et al., 2000) além de serem uma alternativa de renda, visto que seus frutos são comercializáveis.

Para testar as diferentes espécies, Caramori et al., (2000) realizaram três experimentos. O primeiro foi de café adensado com plantio intercalar de Guandu, Nabo, Aveia e Tremoço; o segundo foi feito apenas com Tremoço na linha de plantio; o terceiro foi feito com um plantio intercalar de Guandu no mês de outubro. O estudo concluiu que a melhor proteção foi observada somente com o Guandu plantado em outubro e o Tremoço plantado no sulco de plantio com irrigação no estabelecimento, pois nesses casos, houve cobertura adequada dos cafeeiros.

Contudo, o Guandu sofreu queima intensa na primeira geada e perdeu as folhas rapidamente, não apresentando cobertura adequada alguns dias após a geada (CARAMORI et al., 2000) o que deixaria o café exposto ao risco de queima caso houvesse um novo episódio de geada. Os resultados obtidos reforçam a necessidade de que as plantas de proteção tenham formação de copa densa e bem acima dos cafeeiros para que haja proteção efetiva dos cafezais.

Fernandes et al., (2013) apresentam uma análise mais abrangente sobre as diversas espécies de árvores e sua eficiência contra os eventos de geada, colocando mais em evidência a importância do diâmetro das copas das árvores como fator determinante para viabilizar a proteção dos cafeeiros.

Testes foram realizados com as arbóreas, Moringa, Capixingui, Trema, Gliricídia, Manduirana e Jangada. O estudo concluiu que a proteção contra os efeitos adversos da geada foi mais eficiente nos cafezais protegidos pela Trema, Jangada e Capixingui, certamente pelo fato de terem um maior diâmetro de copa (FERNANDES et al., 2013). As demais espécies apresentaram uma menor proteção ao cafeeiro em relação a Trema

e a Jangada justamente por seu diâmetro de copa reduzida, sendo que a exceção foi a Capixingui, que apesar de ter menor diâmetro de copa em relação a Trema e a Jangada, tem uma copa densa (FERNANDES et al., 2013).

Estudos com Bracatinga (*Mimosa Scabrella Bentham*) também foram realizados para avaliar seu potencial de proteção contra geadas por Leal et al., (2005). Por possuir um crescimento rápido, permitiu alguma proteção contra geadas de radiação no primeiro ano, pois foram registradas diferenças, em torno de 0,5 °C, na temperatura das folhas do cafeeiro entre os tratamentos a pleno sol e arborizado, nas horas mais frias do dia (LEAL et al., 2005). No segundo ano, as diferenças de temperatura, nas horas mais frias, entre o tratamento a pleno sol e os arborizados, alcançaram 2,3 °C no tratamento com maior densidade de Bracatinga, e 1,5 °C no com menor densidade (LEAL et al., 2005).

O potencial da Bracatinga é conhecido desde 1996 quando Caramori et al., (1996) fizeram experimentos em Londrina, no estado do Paraná, observando o desempenho da Bracatinga no sombreamento de cafezais entre 1986 e 1994. Os resultados obtidos neste estudo mostraram que a Bracatinga tem características desejáveis para a arborização, com sombra para o café nos primeiros 4-5 anos, mas depois disso, a árvore envelhece e morre, mostrando pouca adaptabilidade e uma vida útil curta no local, sendo que outra limitação foi a baixa resistência aos ventos (CARAMORI et al., 1996). Apesar destas restrições, os resultados indicam que a espécie pode ser usada como uma árvore de sombra para café, se forem estabelecidas práticas de manejo precoce e substituição de árvores.

Analisando a produtividade do cafeeiro Conilon arborizado com Cedro Australiano, Oliosi et al., (2015) destacaram a importância de selecionar a melhor espécie arbórea para a proteção de cafezais, expondo as condições microclimáticas do cafeeiro Conilon em consórcio com o Cedro Australiano.

A pesquisa foi realizada em cafezais localizados no norte do estado do Espírito Santo (região Sudeste do país). Os autores observaram que nas estações de Inverno, Primavera, Verão e Outono, houve uma interceptação média de 42%, 43%, 54,8% e 49% da irradiância incidente, respectivamente, apresentando interceptação média de 47% nas quatro estações avaliadas (Oliosi et al., 2015). A variação observada ocorre principalmente em função do Cedro Australiano ser uma árvore caducifólia, com queda de folhas no Inverno (LORENZI et al., 2003). Ou seja, apesar de Müller et al., (2004) pontuar que o consórcio do cafeeiro com Cedro Australiano diversifica a produção, distribuindo o retorno econômico durante o ano e proporcionando melhor aproveitamento da área. O fato desta mesma arbórea ter queda de folhas durante o inverno a torna uma espécie inviável para a proteção dos cafezais do estado do Paraná, uma vez que a copa da arbórea é a parte que detém maior capacidade de interceptação das geadas (CARAMORI et al., 2000).

Pinto Neto et al., (2013) apontaram em seus estudos como a arborização dos cafezais apresenta benefícios, não só para a produção do cafezal, como também para o ambiente, além da possibilidade de agregar uma nova opção de consorciação para o

produtor rural.

Sua conclusão é fruto de um estudo que analisou três cenários de plantação de café com Araucária, sendo um com baixo sombreamento, outro com médio e outro com alto sombreamento (PINTO NETO et al., 2013). Dessa forma, com intensidade de sombreamento adequada, o consórcio pode apresentar as seguintes vantagens: produção de frutos de maior tamanho, manutenção de um ambiente favorável à produção, aumento do número de ramos primários (dando maior capacidade produtiva ao cafeeiro) e minimização contra os efeitos do vento, que vão desde danos mecânicos até reações fisiológicas prejudiciais a ferimentos que facilitam a penetração de patógenos (HERNANDES, PEDRO JUNIOR e BARDIN, 2004). Por meio deste estudo, também foi possível observar que o cultivo consorciado com culturas arbóreas pode aumentar a quantidade de fitomassa depositada na superfície do solo, oferecendo proteção contra o impacto das gotas de chuva e evitando variações bruscas de umidade e temperatura, além de ter ligação direta com o desenvolvimento de comunidades microbianas, sendo essas capazes de indicar o nível de degradação do solo (ALVARENGA e MARTINS, 2004).

O **Quadro 1** sintetiza as principais informações encontradas na análise bibliográfica sobre a técnica. Com as recomendações de levar em consideração a idade do cafeeiro, as informações sobre os cuidados com a técnica, os benefícios e, as possíveis complicações que podem ocorrer.

Idade do Cafeeiro	Técnica Recomendada	Cuidados com a Técnica em Campo	Benefícios	Possíveis Complicações
Cafeeiros de até 6 meses	Cobertura total da planta	Dobrar a planta até o chão e cobri-la com a terra.	- Proteção total da planta contra eventos de geada.	- Pode causar morte das plantas caso fique muito tempo enterrada ou ocorra eventos de chuva.
Cafeeiros de 6 meses à 2 anos	Achegamento de terra	Recomenda-se que seja feita no início de maio, devendo permanecer até setembro.	- Proteção das gemas ortotrópicas. - Possibilidade de rebrota mesmo após eventos de geada.	- Folhas e ramos plagiotrópicos podem ser afetadas.
Cafeeiros Adultos	Consórcio com Guandu	O Guandu foi plantado no mês de outubro.	- Proteção parcial contra eventos de geada. - Possibilidade de renda extra com a venda dos frutos.	- Queima do Guandu após o evento de geada. - Perda das folhas do guandu e, conseqüentemente, perda da capacidade de proteção.
	Consórcio com Tremoço	O tremoço deve ser plantado no sulco de plantio com irrigação.	- Proteção total contra evento de geada. - Possibilidade de renda extra com a venda dos frutos.	- A necessidade de irrigação pode aumentar os custos da produção.

	Consórcio com Trema ou Jangada	Levar em consideração o diâmetro da copa do cafeeiro na escolha da arbórea.	- Proteção total contra eventos de geada.	- Copa menos densa que a da Capixingui.
	Consórcio com Capixingui			- Menor diâmetro da copa que a Trema ou a Jangada
	Consórcio com Bracatinga	Por possuir um curto período de vida, se faz necessário estabelecer a substituição periódica das árvores.	- Crescimento rápido. - Proteção contra geadas ainda no primeiro ano.	- Pouca adaptabilidade. - Baixa resistência aos ventos. - Possível morte da árvore após 4-5 anos do plantio.
	Consórcio com Araucária	- o espaçamento deve ser feito de maneira equilibrada pois o sombreamento excessivo prejudica o cafezal.	- Proteção contra ventos. - Aumento da capacidade produtiva do cafeeiro.	- Experimentos com espaçamento de 4,0 m entrelinhas e 4,0m entre plantas concluíram que há prejuízos ao cafeeiro.
	Consórcio com Cedro Australiano	Estabelecer manejo da arbórea visto que há perda na capacidade de proteção durante o inverno.	- Proteção parcial contra eventos de geada. - Possibilidade de renda extra coma venda da madeira.	- Árvore com quedas de folha no inverno.

Quadro 1: Síntese da bibliografia analisada.

Leal et al., (2005) esclarecem que apesar de o efeito da arborização de cafezais ainda ser alvo de polêmicas, pelo fato de em determinadas situações alguns cafezais produzirem menos por conta do sombreamento, também se encontram cafeeiros arborizados produzindo satisfatoriamente e até mesmo mais que os cultivados a pleno sol (LAZZARINE, 1962; DAMATTA e RENA, 2002). Dessa forma, uma seleção criteriosa das espécies arbóreas e das densidades de plantio adequadas às diversas condições edafoclimáticas são fatores que devem ser levados como decisivos para a otimização do sistema e, conseqüentemente, para o êxito na adoção do sistema agroflorestal pelos cafeicultores, pois o sucesso da arborização de cafezais depende em grande parte das características climáticas locais e do manejo da lavoura cafeeira (LEAL et al., 2005).

Alvarenga (2000) amplia a visão dos benefícios que espécies arbóreas em consórcio com o café podem trazer à propriedade e ao produtor.

Em seus estudos, Alvarenga (2000) apresenta uma pesquisa que tem como finalidade analisar a eficiência técnica e econômica da arborização de cafezais com Macadâmia. Apesar de não apresentar conclusões, o conteúdo do trabalho traz uma reflexão sobre a importância da técnica de plantio de árvores em cafezais. Visto que as espécies mais utilizadas (Seringueira, Macadâmia, Abacateiro, Cajueiro, Ingazeiro, Grevillea e Bananeira) são espécies que, além de serem condicionantes climáticas, também agregam valor

(ALVARENGA, 2000) dado sua produção de frutos que podem ser comercializados.

Lin (2007) faz uma análise visando não apenas a redução de perdas do produto em relação a eventos de geada, mas também considera eventos climáticos adversos que resultam das mudanças climáticas globais futuras, levando em consideração não apenas os grandes agricultores, mas também os pequenos agricultores que, provavelmente, serão os mais atingidos com as mudanças climáticas (JARAMILLO et al., 2011). Dessa forma o estudo, que também leva em consideração padrões de microclima na arborização, concluiu que o uso de árvores de sombra podem oferecer um mecanismo de enfrentamento eficaz a ser implementado em áreas agrícolas sujeitas a eventos climáticos extremos (LIN, 2007).

Outro fator que agrega à importância desta técnica e sua viabilidade econômica e ambiental é o aumento da biodiversidade. Sistemas agroflorestais trazem à lavoura uma maior presença de insetos e microrganismos (BONFIM et al., 2010) que contribuem para a melhora da produtividade e diminui impactos ambientais. Entre os insetos presentes nas lavouras de café, é possível citar as abelhas europeias *Apis mellifera* muito frequente nas flores do cafeeiro (MALERBO-SOUZA e HALAK, 2012). Segundo estes autores, a ausência destas abelhas pode diminuir até 55,25% a produção e o peso dos grãos do cafeeiro (MALERBO-SOUZA e HALAK, 2012). As abelhas são consideradas os principais agentes polinizadores dos vegetais, estabelecendo uma relação de dependência benéfica mútua (PERUZZOLO, CRUZ e RONQUI, 2019). Para a economia global, os serviços ecossistêmicos de polinização chegam a corresponder cerca de 10% do PIB agrícola, correspondendo à U\$200 bilhões/ano (BARBOSA et al., 2017).

A **Figura 1**, sintetiza de maneira didática, os benefícios encontrados nas bibliografias analisadas que os sistemas agroflorestais proporcionam. Sendo que além de terem apresentado eficácia na proteção dos cafezais em eventos de geadas (objeto de estudo deste trabalho), também apresentaram outros benefícios a lavoura, ao produtor e ao meio ambiente.

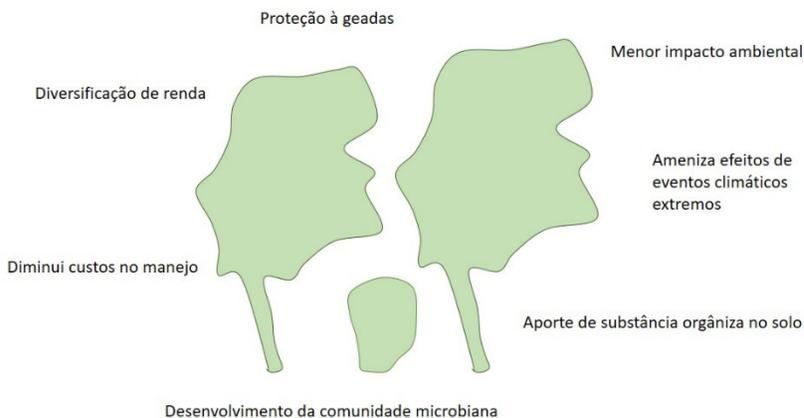


Figura 1: Serviços Oferecidos pela Cobertura Arbórea.

Esta linha de pensamento da margem para que iniciativas de proteção a agricultura, através da implementação ou manutenção de recursos naturais componentes do ecossistema, ganhem cada vez mais agricultores adeptos pelo mundo (LIN, 2007).

3 | CONCLUSÃO

A presente revisão bibliográfica possibilitou compreender que a arborização de cafezais possui uma série de benefícios para a produção de café. Entre eles se destacam: aumento da produtividade do cafeeiro, diminuição nos custos de manejo da lavoura, menor impacto ambiental na área de cultivo e a possibilidade de renda extra com a venda da madeira ou dos frutos das árvores.

Contudo, para aumentar a resistência do cafezal perante eventos de geada, se faz necessário levar em consideração a idade do cafeeiro. Para isso, o Quadro 1 sintetiza a técnica recomendada de acordo com a idade do cafeeiro. Assim, a arborização de cafezais é recomendada para cafeeiros adultos, sendo necessário levar em consideração a melhor espécie arbórea, seu manejo e condições técnica e climáticas da localidade em que a lavoura se localiza.

Portanto, conclui-se que a arborização de cafezais possui grande potencial no estado do Paraná, visto que diversos estudos já foram realizados no estado levando em consideração diferentes arbóreas. Tais estudos demonstram eficiência na técnica para a proteção da lavoura de café durante eventos de geada.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, M. I. N. Variabilidade na eficiência técnica e econômica da arborização com Macadâmia sobre Lavouras Cafeeiras. In: **I Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**, 2000, Poços de Caldas-MG. Anais...Poços de Caldas: Consorcio Pesquisa Café, 2000 v.1, 1074-1078.

ALVARENGA, M. I. N.; MARTINS, M. Fatores Edáficos de Cafezais Arborizados. **Arborização de cafezais no Brasil**. Vitória da Conquista: Uesb, v.1, p. 45-84, 2004.

ANDROCIO FILHO, A. Procedimentos para o Adensamento de Plantio e Contribuição para o Aumento da Produtividade. In: **I Simpósio Internacional Sobre Café Adensado**, 1996, Londrina-PR. Anais... Londrina: IAPAR, 1996. v.1, p.251-275.

BARBOSA, D. B., Crupinski, E. F., Silveira, R. N. & Limberger, D. C. H. As abelhas e seu serviço ecossistêmico de polinização. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, 3(4):694-703, 2017.

BONFIM, J. A. et al. Fungos *Micorrízicos Arbusculares* (FMA) e aspectos fisiológicos em cafeeiros cultivados em sistema agroflorestal e a pleno sol. **Bragantia**, v. 69, n. 1, p. 201–206, 2010.

BORSATO, V. A. **A Dinâmica Climática do Brasil e Massas de Ares**. 1. ed. - Curitiba, PR: CRV, 2016.

CARAMORI, P.H.; A. ANDROCIOLI FILHO.; e LEAL A. C. Coffee shade with Mimosa Scabrella Benth. For Frost Protection in Southern Brazil. **Agroforestry Systems**, Holanda, v.33, pag. 205-2014, 1996.

CARAMORI, P. H., CAVIGLIONE, J. H., WREGE, M. S., GONÇALVES, S. L., ANDROCIOLI FILHO, A., SERA, T., CHAVES, J. C. D., KOGUISHI, M. S. Zoneamento de Riscos Climáticos para a Cultura do Café (Coffea arabica L.) no Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Campinas, v.9, n.3, p.486-494, 2001.

CARAMORI, P.H.; LEAL, C.A.; MORAIS, H.; e MOREIRA, I.A. Proteção Temporária de Cafezal em Formação Contra Geadas com Espécies Anuais e Semi-Perenes. In: **I Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**, 2000, Poços de Caldas-MG, Anais...Poços de Caldas: Consorcio Pesquisa Café, 2000. v.1, p.83-85.

COLTRI, P. P. et al. Low levels of shade and climate change adaptation of Arabica coffee in southeastern Brazil. **Heliyon**, v. 5, n. 2, p. 1–27, 2019.

DAMATTA, F. M.; RENA, A. B. Ecofisiologia de cafezais sombreados e a pleno sol. In: ZAMBOLIM, L. **O estado da arte de tecnologias na produção do café**. Viçosa: UFV, 2002. p. 93-135.

FERNANDES, T.A.P.; HOSHINO, T.A.; MENEZES JUNIOR, A.O.; SANTORO, P.H.; SILVA, M.A.A. Desempenho de Diferentes Arbóreas na Redução dos Efeitos Adversos da Geada em Cafeeiro. In: **VIII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**. 2013, Salvador-BA. Anais...Salvador: Consorcio Pesquisa Café, 2013. v.1, p. 1-5.

HERNANDES, J. L.; PEDRO JUNIOR, M. J.; BARDIN, L. Variação Estacional da Radiação Solar em Ambiente Externo e no Interior de Floresta Semidecídua. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, p.167-172, 2004.

JARAMILLO, J.; MUCHUGO, E.; VEGA, F.E.; DAVIS, A.; BORGEMEISTER, C.; CHABI-OLAYE, A. Some Like it Hot: The Influence and Implications of Climate Change on Coffe Berry Borer (Hypothenemus Hampei) and Coffee Production in East Africa. **Plos One**, Online, v.6. n.9, 2011.

LAZZARINI, W. A cafeicultura no Brasil. In: Instituto Brasileiro do Café - IBC. **Curso de economia cafeeira**. 1962. t. 1, p. 169-268.

LEAL, A.C.; SOARES, R.V.; CARAMORI, P.H.; BATISTA A.C. Arborização de Cafeeiros com Bracatinga (Mimosa Scabrella Bentham). **Revista Floresta**. Curitiba, v.35, n. 1, 2005.

LIN, B.B. Agroforestry Management as an Adaptive Strategy Against Potential Microclimate Extremes in Coffee Agriculture. **Agricultural and Forest Meteorology**, Michigan, v.1, p. 85-94, 2006.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M.; TORRES, M. A. V.; BACHER, L. B. **Árvores exóticas no Brasil: Madeiras, Ornamentais e Aromáticas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, p. 385, 2003.

MALERBO-SOUZA, D. T.; HALAK, A. L. Agentes polinizadores e produção de grãos em cultura de café arabica cv. "Catuai Vermelho". **Científica (Jaboticabal)**, v. 40, n. 1, p. 1–11, 2012.

MORAIS, H.; SOUZA, F.S.; ANDRADE, G.A.; ZARO, G.C.; CARAMORI, P.H.; e MEDINA, C.C. Avaliação de Cafeeiros Recém-Plantados Submetidos à Cobertura para Proteção Contra Geada. In: **VI Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**, 2009, **Águas de Lindóia-SP. Anais...Águas de Lindóia: Consórcio Pesquisa Café**, 2009. v.1. p.1-6.

MULLER, J. S.; GOMES, M. A.; COUTO, L.; PINHEIRO, A. L.; ALVARENGA, A. P.; LANI, J. L.; VALE, A. B. Sistemas Agroflorestais com café (*Coffea arabica* L.) e Cedro-Australiano (*Toona ciliata* M. Roem. Var. *australis* (F. Muell.) Bahadur) na Zona da Mata de Minas Gerais: estudo de caso. **Agrossilvicultura**, Viçosa-MG, v.1, n.1, p. 51-60, 2004.

OLIOSI, G.; GILES, J.A.D.; PARTELLIZ, F.L.; RAMALHOS, J.C. Microclima e Produtividade do Cafeeiro Conilon em Sistema Agroflorestal com Cedro Australiano. In: **IX Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**, 2015, Curitiba-PR. Anais...Curitiba: Consorcio Pesquisa Café, 2015. v.1, p. 1-6.

PERUZZOLO, M. C.; CRUZ, B. C. F. DA; RONQUI, L. Polinização e produtividade do café no Brasil. **Pubvet**, v. 13, n. 4, p. 1–6, 2019.

PINTO NETO, J.N.; ALVARENGA, M.I.N.; CORREA, M.P.; OLIVEIRA, C.C. Efeito das Variáveis Ambientais na Produção de Café em um Sistema Agroflorestal. **Coffee Science**, Lavras, v.9, n.2, p. 187-195, 2013.

ROSSI, R. BORSOI, V. PISTUN, SASSI, R. SORBARA, K. AKEMI, C. Geadas e seus tipos, Suscetibilidade das Culturas, Cuidados Básicos. In: **X Semana Acadêmica de Agronomia**, 2016, Cascavel-PR. Anais...Cascavel: UESC, 2016 v.1, p 123-126.

SIMÕES, D.S. Ambiente Físico e Meteorológico para Análise do Risco de Geada. Porto Alegre, 2015. Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Snyder. R.L. **Frost Protection: Fundamentals, Practice and Economics**. University of California, Atmospheric Science, Department of Land, Air and Water Resources - Davis, California, USA. p.33, 2005.

THOMAZIELLO, R. A.; FAZUOLI, L. C.; PEZZOPANE, J. R. M.; FAHL, J. I; CARELI, M. L. C. **Café Arábica: Cultura e Técnicas de Produção**. Campinas: Instituto Agronômico, p. 82, 2000.

TORRES, F. T. P.; MACHADO, P. J. de O. **Introdução à Climatologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2016.p. 69.

CAPÍTULO 21

PRESSUPOSIÇÕES E A ANÁLISE DE VARIÂNCIA DE EXPERIMENTOS AGROPECUÁRIOS EM SOFTWARE LIVRE

Data de aceite: 01/07/2021

Data de submissão: 05/04/2021

Renato Dusmon Vieira

Universidade Federal de Goiás - Goiânia-GO.
Departamento de Doutorado em Agronomia
Pontalina-GO
<http://lattes.cnpq.br/3518833411546578>

Andréia Santos Cezário

Instituto Federal Goiano – IFGoiano Campus
Morrinhos. Departamento de Zootecnia
Morrinhos-GO
<http://lattes.cnpq.br/9873397600912897>

Eliandra Maria Bianchini Oliveira

Instituto Federal Goiano – IFGoiano Campus
Morrinhos. Departamento de Zootecnia
Morrinhos-GO
<http://lattes.cnpq.br/2598250504087449>

Hélio Aparecido de Matos Filho

Universidade Federal de Goiás – UFG.
Departamento de Doutorado em Agronomia
Manaus-AM
<http://lattes.cnpq.br/8561847232571500>

Jeferson Corrêa Ribeiro

Instituto Federal Goiano – IFGoiano Campus
Morrinhos. Departamento de Zootecnia
Morrinhos-GO
<http://lattes.cnpq.br/9218769930359182>

João Orlando de Oliveira

Instituto Federal Goiano – IFGoiano Campus
Morrinhos. Departamento de Agronomia
Pontalina-GO
<http://lattes.cnpq.br/5089545969047465>

Joelmir Divino Carlos Feliciano Vilela

Universidade Federal de Goiás – UFG.
Departamento de Estatística
Goiânia-GO
<http://lattes.cnpq.br/9370657808740578>

Jorge Stallone da Silva Neto

JS Ambiental. Engenheiro Agrônomo
Pontalina-GO
<http://lattes.cnpq.br/0552899062978697>

Pollyanna Marques da Silva

Centro Universitário do Cerrado – Unicerrado
Goiatuba-GO
<http://lattes.cnpq.br/9488719347332527>

Renato Silva Vasconcelos

Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos.
Departamento de Matemática
Morrinhos-GO
<http://lattes.cnpq.br/3321755677736912>

Wallacy Barbacena Rosa dos Santos

Instituto Federal Goiano – IFGoiano Campus
Morrinhos. Departamento de Zootecnia
Morrinhos-GO
<http://lattes.cnpq.br/0981088012706161>

Weslei Dusmon Vieira

Instituto Federal Goiano – IFGoiano Campus
Morrinhos. Departamento de Informática
Pontalina-GO
<http://lattes.cnpq.br/8096340318207085>

RESUMO: O presente trabalho traz uma breve discussão sobre a história da estatística moderna, levando em consideração as contribuições de Fisher (1945). Foca-se em discutir sobre

o surgimento da Análise de Variância (analysis of variance - ANOVA) como método de comparação múltipla, e ao mesmo tempo, falar sobre a verificação das pressuposições dos modelos matemáticos nos delineamentos inteiramente casualizados e em blocos ao acaso. A verificação das pressuposições se efetivou por meio de comandos que acionaram os recursos de pacotes adicionais do software livre “R versão 3.2.3”. Foram utilizados dados de um experimento “Produção de mudas de tomateiro (*Solanum lycopersicum*) em diferentes substratos” para a discussão. O mesmo foi conduzido no Instituto Federal Goiano - Campus Morrinhos, sendo que o delineamento adotado foi o Inteiramente Casualizado (DIC) com sete tratamentos e cinco repetições. Os dados foram resumidos em médias e dispostos numa tabela do Excel, sendo salvos em formato (txt) que é passível de leitura pelo R (atualmente já faz leitura de .xlsx, com instalação de pacote específico). Os comandos foram redigidos no editor bloco de notas e colados no prompt do R para verificação da normalidade, homogeneidade e independência dos erros. Atualmente, existem versões mais atualizada, mas optamos por utilizar o software R versão 3.2.3, que demonstrou ser muito eficiente para a análise das pressuposições e análise dos dados na ANOVA com posterior comparação múltipla pelo teste de tukey a 5% de probabilidade. Sendo assim, o software R (nas diversas versões) pode (m) ser adotado (s) em outros trabalhos devido à qualidade dos seus resultados e a sua gratuidade.

PALAVRAS-CHAVE: Pressupostos, Analise de Variância, Software R.

ASSUMPTIONS AND VARIANCE ANALYSIS EXPERIMENTS AGRICULTURAL FREE SOFTWARE

ABSTRACT: This paper provides a brief discussion of the history of modern statistics, taking into account the contributions of Fisher (1945). Focuses on, discuss the emergence of ANOVA (analysis of variance - ANOVA) and multiple comparison method, and at the same time, talk about the verification of the assumptions of the mathematical models in a completely randomized design and in blocks. The verification of assumptions will be through commands that trigger additional package features free software “R version 3.2.3.” data from one experiment were used “tomato seedling production (*Solanum lycopersicum*) on different substrates” for discussion. The same was conducted at the Federal Institute Goiano - Morrinhos Campus, and the design adopted was randomized (DIC) with seven treatments and five replications. Data were summarized as means and arranged in an Excel table, being saved in format (.txt) that is readable by R. The commands were written in the editor notepad and pasted into the R prompt to verify the normality and homogeneity independence of errors. The R version 3.2.3 software has shown to be very efficient for the analysis of assumptions and analysis in ANOVA with subsequent multiple comparisons by Tukey test at 5% probability. Thus, the R software can be adopted in other work because of the quality of its results and its gratuitousness.

KEYWORDS: Assumptions, Analysis of Variance, Software R.

1 | INTRODUÇÃO

As ciências experimentais sempre buscam novas tecnologias que possam ser

implantadas no cotidiano, melhorando assim, a qualidade de vida, a eficiência produtiva e, no caso da área agrícola, aumentando produtividade dentre outros fatores. Uma grande evolução dentro dos trabalhos com experimento, agropecuários principalmente, se deu a partir das contribuições de Ronald Aylmer Fisher que foi o criador no método de Análise de Variância. Ele também criou os delineamentos mais conhecidos (Inteiramente Casualizados e em Blocos) e seus princípios (Casualização, Repetição e Controle Local).

A estatística é uma ciência grandiosa e se aplica a todos os estudos experimentais e descritivos de modo geral (BOLFARINE, 2010). Ao realizar uma pesquisa e tomar decisão, por mais simples que seja, deve-se apresentar um tratamento estatístico aos dados, dando a eles uma confiabilidade pouco questionável. Assim, antes de realizar uma ANOVA precedem-se os seus testes de pressuposições.

Para verificar se as pressuposições (aditividade, homogeneidade das variâncias, independência e normalidade dos erros) estão sendo satisfeitas, pode-se usar, por exemplo, o teste de não aditividade de Tukey, teste de Lilliefors para normalidade da distribuição dos erros, teste de Bartlett para verificação da homogeneidade e DurbinWatson para independência dos erros, dentre outros (CARVALHO et al., 2010). A verificação destas pressuposições em softwares estatísticos agiliza o processo e o torna mais dinâmico.

Em 1995, inicia-se um projeto de criação do programa de código aberto “R” e o mesmo é um dos mais utilizados atualmente, principalmente em decorrência da sua gratuidade e qualidade dos resultados. É adotado em todo o mundo (CARVALHO et al., 2010). O programa R se tornou muito dinâmico por possibilitar a implementação das ferramentas que o usuário deseja ao contrário dos demais programas que se limitam neste sentido (PETERNELLI & MELLO, 2007).

O objetivo deste trabalho foi relatar sucintamente o surgimento da ANOVA, além de demonstrar a utilização do programa estatístico “R 3.2.3” em delineamento Inteiramente Casualizado. Atualmente, existem versões mais atualizadas do R, inclusive que fazem leituras de dados .xlsx (com a instalação de pacote com este fim), porém, optamos por esta versão por ser a mais atualizada na época de realização do experimento em análise neste trabalho (2016).

2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Histórico e Parâmetros da Anova

Muitos pesquisadores, estudiosos e professores não sabem da história, nem ao menos das obras, mais utilizam diariamente as idéias de Fisher nas análises de pesquisas. Apesar de ser desconhecido por muitos, Fisher é considerado o maior estatístico do século XX. Foi o criador dos delineamentos básicos da experimentação, dos seus princípios e de toda metodologia da análise de variância. Suas teorias revolucionaram tanto a estatística

como também a genética (CECON et al., 2012). Ele tinha uma habilidade intensa em ligar duas grandes áreas da ciência (Exatas e Biológicas) e com isso ganha destaque até os dias atuais.

A contribuição de Fisher (1890-1962) para a Estatística Experimental é, sem dúvida muito importante (BUSSAB, 2013). Formado em Matemática e Astronomia pela Universidade de Cambridge em 1912, foi o fundador do Laboratório de Estudos em Estatística experimental de Rothamsted, onde fez muitas contribuições para a Experimentação e para a Genética também (MIRSHAWKA, 1980).

Por muitos anos foi, e ainda é até hoje, considerado o maior contribuidor para a estruturação da Estatística Moderna. Fisher que introduziu conceitos de aleatorização e dos princípios básicos da experimentação: Casualização, Repetição e Controle Local (BARBIN, 2013). Um crescimento contínuo da Estatística moderna e experimental começou a partir dele, no que tange todas as ciências experimentais.

A Estatística Experimental é a ciência que tem como objetivo estudar experimentos (ensaios), englobando etapas como o planejamento, execução, coleta e análise dos dados experimentais e interpretação dos resultados obtidos (COSTA NETO, 2002). Um dos setores que mais se encontra trabalhos e publicações com aplicações da ANOVA é o agropecuário. A técnica é indispensável para a maioria das experiências agropecuárias de variáveis qualitativas e graças à interação com a regressão (para variáveis quantitativas) tem-se hoje um setor produtivo tão evoluído em publicações e que está em constante evolução, com diversos trabalhos de relevância. Além de tudo, ainda têm um grande potencial para continuar nesta direção.

A ANOVA fornece o embasamento teórico para que as médias dos tratamentos sejam comparadas dentro de uma margem de erro aceitável. Este erro é denominado de nível “ α (alfa)” de probabilidade, podendo ser aplicado nos valores de 1%, 5% ou 10%, onde, os dois primeiros são os mais utilizados na área agrícola e de ambos, o segundo (5%) é o mais abordado em vasta quantidade de trabalhos de pesquisas em todo país (BUSSAB, 2013).

O valor “ α ” representa o erro tolerável no experimento, sendo na maioria das vezes igual a 5% de probabilidade (PIMENTEL-GOMES, 2002). Seria o mesmo que afirmar que, em cem possibilidades têm-se cinco chances de estar errado, ou seja, tem-se 95 chances de acerto ao comparar os tratamentos com efeitos fixos.

Os tratamentos (valores que assume a variável ‘fator’) podem ser comparados por meio de testes de hipóteses e com um fator (variável cujo valor deseja-se conhecer) alfa (valor do erro tolerável em percentagem) fixado anteriormente. Podem ser feitas comparações com parâmetros de média, proporção, Variância ou Desvio Padrão. O mais comum é o de média, desde que represente fatores qualitativos para se enquadrar ao modelo de análise em questão (RESENDE, 2007).

Esta técnica de comparação age dentro de grupos e entre os tratamentos, servindo

para verificar e identificar se existem diferenças significativas entre médias independentes (COSTA NETO, 2002). Em toda pesquisa simples ou experimental existem erros e no caso em questão, ele advém do chamado acaso. Assim, é necessária a avaliação previa (testes de pressuposições) dos dados para verificar se os valores advindos do experimento iram gerar uma conclusão confiável.

As pressuposições constituem em verificar se os dados experimentais seguem algum modelo probabilístico. Este descreve o comportamento dos dados e indicam se estão de acordo (ideais dentro do tolerável) para produzir uma inferência confiável. Caso contrário, as técnicas de comparações múltiplas serão verificações matemáticas que na prática podem gerar dúvidas. Uma das questões de utilizar softwares estatísticos na análise se deve a isto, além, é claro, de agilizar a análise e o tempo de execução dos cálculos.

Os programas computacionais utilizam várias casas decimais que em certos dados (contínuos) fazem as diferenças serem, ou não, significativas. Nesta revisão trabalha-se apenas com o Software Livre chamado “R versão 3.2.3” (apesar de já existirem atualizações melhores), onde se necessita ter certo conhecimento de códigos, visto que o mesmo só fornece o ambiente de programação. Têm-se, neste momento, a necessidade de conhecer uma vasta teoria em torno da condução de experimentos.

Em experimentação agropecuária, segundo Vieira (1999), três princípios básicos devem ser considerados: Casualização (Disposição dos tratamentos ao acaso com a mesma probabilidade de todas as parcelas receberem tratamentos), Repetição (Refere-se ao número de vezes que o tratamento aparece no experimento) e Controle Local (aplicado ao Delineamento em Blocos ao Acaso e Quadrado Latino). Este último é aplicado no Delineamento em Blocos Casualizados e em Quadrado Latino, sendo que neste segundo é aplicado duas vezes (linha e coluna). Os dois primeiros são necessários em todos os trabalhos de pesquisa, onde se deseja comparar médias em local homogêneo ou não. Agora, os três princípios juntos são necessários onde existe interesse de montar um experimento com heterogeneidade e variáveis não controláveis (BARBIN, 2013).

Segundo Pimentel-Gomes (2002), a aplicação dos princípios básicos da experimentação liga-se ao interesse do pesquisador em avaliar o efeito de algum tratamento. Dependendo do local onde se instala um experimento, podem existir diversas fontes de variação que interferem, devendo então tentar homogeneizar no máximo o local. É uma situação comum em campo aberto onde não se controla uma série de fatores, devendo então, instalar um experimento em Blocos ao Acaso (DBC).

No caso da Análise de Variância (em que a variável indicadora (x) dos tratamentos é qualitativa), os modelos podem incluir efeitos fixos e aleatórios (por exemplo, tratamentos com efeitos fixos e blocos de efeitos aleatórios, no delineamento em blocos ao acaso), mas as análises enfatizam os efeitos fixos, e os aleatórios são vistos como fatores de perturbação, não havendo interesse em testá-los (REDENDE, 2014).

Em um local protegido, como uma casa de vegetação, por exemplo, geralmente se

adota uma montagem com apenas dois princípios: Casualização e Repetição. Porém, se existir heterogeneidades no ambiente (discutido acima), como, incidência de luz, irrigação e outros, adota-se os três princípios (também vistos anteriormente).

Em muitas situações do cotidiano há interesse em tomada de decisões e na Estatística Moderna e experimental não é diferente. Esta decisão se dá por rejeitar ou não determinada afirmação baseando-se em evidências (CECON et al., 2012). As hipóteses da estatística experimental, quando se tem interesse em fazer uma inferência são:

- H_0 (Hipótese Nula): que será atacada pelo teste estatístico;
- H_1 (Hipótese Alternativa): que representa o objetivo do trabalho;

2.2 Delineamentos e as Pressuposições

2.2.1 Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC)

Este método de montagem de experimentos é considerado por muitos pesquisadores, o mais simples, isto se tratando de condução, análise e interpretação. Segundo BARBIN (2013) e PIMENTEL-GOMES (2002), os ensaios inteiramente ao acaso (também chamados assim) são muito utilizados em experimentos de laboratórios, casas de vegetação, viveiros etc. Assim sendo, o fato do ambiente ser homogêneo possibilita aplicação de dois princípios, casualidade e repetição para garantir a verificação dos testes e pressupostos.

O modelo estatístico adotado na análise de experimento nesta conformação tem a relação: $Y_{ij} = m + t_i + e_{ij}$, onde “ Y_{ij} ” representa os comprimentos da parte aérea e do sistema radicular, “ m ” a média geral dos dados, “ t_i ” é o efeito dos tratamentos e “ e_{ij} ” é o erro experimental ocorrido. Este modelo tem as suas pressuposições, ou seja, verificações para validade da ANOVA de um fator.

2.2.2 Delineamento em Blocos ao Acaso (DBC)

Adotado em situações onde não se tem controle de fatores que interferem no experimento. Em relação ao DIC, têm a adição dos blocos para distribuir os tratamentos em faixas mais homogêneas. Segue três princípios, casualização, repetição e controle local. Segundo Resende (2014), o modelo matemático é: $Y_{ij} = m + t_i + b_i + e_{ij}$, com adição do efeito de bloco em relação ao modelo anterior.

Constitui o método mais implantado em campo aberto em pesquisas agrícolas (PIMENTEL-GOMES, 2002). Têm os mesmos pressupostos para rodar a ANOVA, porém, se adiciona uma linha de blocos no quadro proposto por Fisher em 1945, devendo assim, testar a aditividade dos dados. Analogamente, será adotado neste trabalho apenas um exemplo em DIC. Os comandos do R serão os mesmos para ambos os delineamentos devendo ser adotados na íntegra para um experimento em DBC, ao se verificar as pressuposições, adicionando a aditividade.

2.2.3 Pressuposições dos Modelos

Segundo RESENDE (2007), deve-se verificar antecipadamente os pressupostos de Normalidade de erros, Independência de erros e Homogeneidade de variâncias dos erros em um experimento em DIC. Fica assim, explícita a importância da análise de resíduos no contexto da análise de variância. Erros ou resíduos referem-se à discrepância entre os valores observados e preditos pelo modelo.

Estas pressuposições tem por objetivo estatístico, facilitar a interpretação dos resultados e testar a significância das hipóteses formuladas a priori. Enfim, o que pode ocorrer é a validade aproximada, que, no caso da normalidade, por exemplo, se garante por meio do teorema do limite central (TORMA et al., 2012). Para todas elas deve-se fixar o teste de hipóteses.

Quando algumas das pressuposições da análise não se verificam, existem alternativas que podem ser usadas. Dentre elas a transformação de dados com a posterior análise de variância destes dados transformados, tendo o mesmo efeito prático e estatístico na análise (BUSSAB, 2013).

2.2.3.1 Aditividade

Segundo BARBIN (2013), os modelos matemáticos e os dados experimentais (que depende o delineamento adotado) devem ser aditivos, ou seja, os efeitos devem se somar não havendo interação entre os mesmos. A aditividade é um dos pressupostos mais importantes, pois sua violação pode levar a inadequação do modelo matemático aos dados e vice-versa. Caso este pressuposto for não significativo no teste de hipóteses, deve-se aplicar a transformação logarítmica (RESENDE, 2014).

Este pressuposto será verificado pelo teste de aditividade de tukey, tendo as seguintes hipóteses:

- H_0 : Os dados são aditivos;
- H_1 : Os dados não são aditivos.

2.2.3.2 Normalidade

A falta de normalidade de dados em estatística paramétrica e qualitativa é verificada por meio dos erros. “Uma das exigências do modelo matemático é, portanto, da validade da análise de variância, é que os erros e_{ij} tenham distribuição normal” (BARBIN, 2013). Quando os erros são aproximadamente normais, pelo Teorema do Limite Central (TLC), que é válido ao se aumentar o tamanho da amostra, deduz-se assim, que os dados também são normais (RESENDE, 2014). O teste F (em questão) é robusto em relação à normalidade total, fornecendo assim conclusões válidas dentro de uma margem de erro tolerável.

A verificação destas pressuposições melhora a qualidade da análise dos

experimentos, devendo ser aplicado antes de qualquer análise (RESENDE, 2007). Muitos softwares e aplicativos facilitam a Anova, porém, são poucos os que verificam pressupostos. Uma análise de variância com dados não confiáveis sempre roda nestes programas, o problema é a não adequação ao modelo matemático, devendo sempre verificar a satisfação. Isto leva a apenas uma verificação matemática que não tem efeito decisivo, ou seja, é erro. No caso de falsas conclusões podem-se citar os erros tipo I e erro tipo II (PIMENTEL-GOMES, 2002).

Existem vários procedimentos para avaliar a normalidade de dados. Dentre eles, se destacam os testes de Kolmogorov-Smirnov, de Shapiro-Wilk e de aderência do qui-quadrado (χ^2), que são os mais utilizados. Os testes de assimetria e curtose também permitem inferir sobre a normalidade (RESENDE, 2014).

2.2.3.2.1 Teste de Shapiro-Wilk (1965)

O objetivo do teste é verificar se as amostras de tamanho menores que 50 (cinquenta dados) têm ou não uma distribuição normal, dentro de certo nível de erro tolerável no modelo. As hipóteses do modelo são formuladas para posterior verificação no Software “R 2.3.2”.

- H_0 : Os dados são normais;
- H_1 : Os dados não são normais.

2.2.3.3 Independência

A independência dos erros é, até certo ponto, garantida pelo princípio da casualização (BARBIN, 2013). Porém, é analisada matematicamente pelo teste de Durbin e Watson (cuja metodologia e descrição está no anexo). Assim como nos demais testes fixam-se as hipóteses para este pressuposto:

- H_0 : Os dados são independentes;
- H_1 : Os dados não são independentes.

2.2.3.4 Homogeneidade

Este pressuposto é necessário para analisar se os erros de tratamentos apresentam variâncias similares (RESENDE, 2014). Os testes mais comuns são os de Levene e Bartlett. Este último, segundo esse mesmo autor, só é indicado em dados com normalidade, seja ela com os dados originais ou por meio de transformação raiz quadrada ou logarítmica. Em caso de normalidade significativa pode-se aplicar o teste de Levene que analisa a homogeneidade pela média e pela mediana dos dados, sendo em ambos os casos, necessário as hipóteses:

- H_0 : Os dados são Homogêneos;
- H_1 : Os dados não são Homogêneos.

3 I MATERIAL E MÉTODOS

Para a verificação das pressuposições, análise de dados (ANOVA) e aplicação do teste de Tukey (5%) por meio de comandos do software livre R 3.2.3 foram utilizados os dados coletados em um experimento com diferentes substratos. O mesmo foi conduzido no ano de 2015 em uma casa de vegetação do setor de olericultura no Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos.

O experimento em questão foi conduzido no Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC). Foram realizadas cinco repetições em bandejas de polietileno de 200 células. Cada tratamento era composto por 30 células que receberam uma semente em cada uma. Foram coletados dados de quinze mudas centrais, sendo eles, comprimento de sistema radicular e parte aérea, conforme apresentados na tabela 1.

	test	test	test	test	test	Ep	Ep	Ep	Ep	Ep	...
rep	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	...
raiz	5	5,5	6	4	4,5	6,5	8	8	7	7,5	...
aerea	7,5	8	9,5	6,5	6	8	10,5	10,5	9,5	9	...

rep – Repetição;

test – Testemunha;

Ep – Esterco Peneirado.

Tabela 1. Dados médios de comprimentos da parte aérea e de raízes (cm).

Fonte: Adaptado do Arquivo pessoal.

Foi utilizado o software estatístico “R 3.2.3” e para organização dos dados foi utilizado o software Microsoft Excel (2010). Na tabela 1 são apresentados os dados do experimento (Anexo 01 e ex2) em formato txt. O “R” tem capacidade de importar os dados diretamente de tabelas organizadas em formato “.xls ou .txt”, conservando sua organização original. Toda vez que se abre o software “R” é necessário informar em qual diretório (pasta) esta salva a tabela de dados no computador. Em versões mais atuais, ao instalar pacote específico, já se busca os dados .xlsx diretamente.

Para que o mesmo software capture os dados, adotou-se o procedimento de importação de arquivos de blocos de notas por meio do comando “*dados2<-read.table (“ex2.txt”,h=T)*”. Logo após a instalação foram adicionados quatro pacotes incorporam os recursos necessários para a verificação dos pressupostos (*Car*: Serve para verificar os pressupostos de Independência e Homogeneidade; *Asbio*: A aditividade; *NorTeste*: Analisa

a Normalidade).

Depois de instalados, os pacotes foram carregados, ou seja, acionados por meio do comando “*require (nome do pacote)*”. Os testes de pressuposições exigem os comandos do teste de Shapiro-Wilk (*(shapiro.test(residuals(lm(raiz+aerea~subs),data=dados2))*) que avalia a normalidade dos resíduos), teste de Levene e de Bartlett (*(leveneTest(raiz+aerea,subs, center=median))* e *(bartlett.test(raiz+aerea~subs,data=dados2))*) para homogeneidade de variâncias em Delineamento Inteiramente Casualizado) e o teste de Durbin-Watson (*(durbinWatsonTest(lm(raiz+aerea~subs),data=dados2)*) para independência. Este último nem precisa ser aplicado, pois, os dados foram obtidos independentemente (RESENDE, 2007).

A Análise de Variância se deu pela instalação do pacote “*ExpDes.pt*” que disponibiliza os testes de comparações múltiplas, também. O comando aplicado foi: (*dic(subs, raiz+aerea, quali = TRUE, mcomp = “tukey”, sigT = 0.05, sigF = 0.05)*) que além de fazer a ANOVA ainda faz a aplicação do testes de tukey com 5% de probabilidade)

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Antes de proceder a ANOVA, assim como já foi discutido anteriormente, foi viabilizada a verificação das pressuposições. Ao rodar os pressupostos com a tabela 1 observa-se a existência de normalidade, homogeneidade e independência se $p > 0,05$ (PETERNELLI e MELLO, 2007). Isto indica a não rejeição de H_0 que afirma a existência destes requisitos iniciais aos dados.

De acordo com os resultados liberados pelo R (tabela 2) verifica-se que, pelo teste de normalidade de Shapiro-Wilk, se têm os dados normalmente distribuídos quando as médias originais (tabela 1) forem transformadas pelos métodos: Raiz quadrada e/ou logarítmica.

Os dados da tabela 1 não tiveram comportamento normalmente distribuído, visto que o valor “p-valor” foi menor que 5%. Isto indica a não rejeição da hipótese nula no tópico 2.2.3.2.1. Analogamente têm-se o mesmo resultado na pressuposição de homogeneidade pelo teste de Bartlett que não rejeita a hipótese nula do tópico 2.2.3.4.

O teste de Levene foi significativo apenas nos dados transformados, o que indicou a utilização dos mesmos neste formato, levando em consideração os demais pressupostos. Estes resultados dispostos logo abaixo na tabela dois se referem aos dados da tabela 1 quando se utiliza a transformação Raiz quadrada dos valores originais em centímetros. Estes dados estão no anexo 2 (ex2.txt), assim como os originais (anexo 1) e os dados de transformação Logarítmica (anexo 3 – ex3.txt). Os comandos completos (rotina) estão todos no anexo 4, onde todas as linhas são alto explicativas.

Todos os pressupostos foram significativos na tabela 2, que se referem à análise dos dados do anexo 2 (transformação raiz quadrada). Os testes liberados pelo software R são significativos onde o P-Valor for maior que 0,05 (5%).

```
> shapiro.test(residuals(lm(raiz+aerea~subs),data=dados2)) #amostras menores q 50.
      Shapiro-Wilk normality test
data: residuals(lm(raiz + aerea ~ subs), data = dados2)
W = 0.66206, p-value = 0.6076 (60% é significativo para normalidade)
```

```
> lillie.test(residuals(lm(raiz+aerea~subs),data=dados2)) #Amostras maiores que 50.
      Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov) normality test
data: residuals(lm(raiz + aerea ~ subs), data = dados2)
D = 0.31271, p-value = 0.689 (68,9% é significativo para normalidade)
```

```
> leveneTest(raiz+aerea,subs,center=mean) #homogeneidade pela média. Serve pra DIC.
```

```
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = mean)
      Df    F value    Pr(>F)
group 6  1.7901  0.05573 (5,57% é significativo)
```

```
> bartlett.test(raiz+aerea~subs,data=dados2) #homogeneidade.
      Bartlett test of homogeneity of variances
data: raiz + aerea by subs
Bartlett's K-squared = 8.7866, df = 6, p-value = 0.1859 (18,6% é significativo)
```

```
> durbinWatsonTest(lm(raiz+aerea~subs),data=dados2) #independência.
      lag Autocorrelation D-W Statistic p-value
1 -0.01936092  2.025376  0.33 (0,33 é significativo)
```

Tabela 2. Resultados dos pressupostos na transformação raiz quadrada.

Fonte: Arquivo pessoal. Liberado pelo R.

De acordo com o teste de Shapiro-Wilk a 5% de significância, os resíduos podem ser considerados normais. Assim como para o teste de *Kolmogorov-Smirnov* e (ou) *Lilliefors* (que são os mesmos testes onde o segundo é uma adaptação do primeiro) também aponta normalidade para os dados transformados pela raiz quadrada e pelo logaritmo.

Observa-se que todos os resultados em que o p-valor foi maior do que 0,05 (5%) os testes foram significativos, ou seja, não se pode rejeitar a hipótese inicial (H_0). O teste de Bartlett é mais eficiente que o de Levene quando não se rejeita a hipótese de normalidade, e em casos (assim como os dados da tabela 1) onde se verificam poucas variáveis (BARBIN, 2013 e CECON, 2012).

O pressuposto de normalidade se torna o mais importante que os demais em alguns casos e admitem-se certa margem de tolerância para falha destes outros (CARVALHO et al., 2010). Para dados transformados, o teste F que é feito no quadro da ANOVA se demonstrou muito robusto em relação a falhas de homogeneidade e independência, devendo assim, nesses casos, aplicá-la normalmente nos dados transformados, diminuindo assim, as distâncias e as variações entre os dados originais.

A ANOVA do sistema teve o seguinte resultado, para os dados do anexo 2, disposto na tabela 3: Em resposta ao comando: “*dic(subs, raiz+aerea, quali = TRUE, mcomp =*

“*tukey*”, *sigT* = 0.05, *sigF* = 0.05”.

Quadro da análise de variância					
	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Substratos	6	8.8057	1.46762	22.218	1.8996e-09
Resíduos/Erro	28	1.8495	0.06605		
Total	34	10.6552			
CV = 4.65%					

* Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-Wilk) p-valor: 0.607638. De acordo com o teste de Shapiro-Wilk a 5% de significância, os resíduos podem ser considerados normais.

Tabela 3. Resultado da ANOVA.

Fonte: Arquivo pessoal. Resultado do R.

De acordo com PIMENTEL-GOMES (2002), uma vez que o teste F da ANOVA for significativo, ou seja, verificar pelo menos uma diferença entre os tratamentos em questão deve-se proceder a um teste de Comparação múltipla. Aplica-se então o teste de Tukey através do mesmo comando “*dic(subs, raiz+aerea, quali = TRUE, mcomp = “tukey”, sigT = 0.05, sigF = 0.05)*” e o sistema libera a tabela 4. Nesta mesma tabela a conclusão se dá por meio de letras minúsculas. Letras iguais nas colunas indicam que não existe diferença entre os substratos na produção de mudas de tomateiro.

Grupos	Tratamentos	Médias
a	TEs (Terra + Esteco 3:1)	6.1496
a	TE (Terra + Entulho 1:1)	5.8646
a	Ep (Esterco peneirado)	5.7744
a	TC (Terra + Cinza 2:8)	5.6612
a	EP (Entulho peneirado)	5.6150
b	Test (Substrato Carolina®)	4.9260
b	CA (Cinza + Areia 2:8)	4.6303

* Médias seguidas de mesma letra não se diferem pelo teste de Tukey a 5% de Probabilidade.

Tabela 4. Teste de comparação múltipla de Tukey com 5% de probabilidade.

Fonte: Arquivo do R.

De acordo com o teste de comparação múltipla de tukey e a tabela 4, verifica-se que apenas os tratamentos testemunha (substrato comercial carolina®) e Cinza + Areia foram piores, ambos não se diferiram entre si, porém, foram menos eficientes para a produção de mudas de tomateiro cereja (tiveram menor média de tamanhos de mudas), dentro das condições do experimento. Os demais tratamentos tiveram comportamentos similares (dentro da margem de 5%) se destacando o Terra + Esterco com maior média geral.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O software R versão 3.2.3 se demonstrou eficiente para a análise de pressuposições do modelo matemático, para viabilizar a ANOVA (5%) em DIC e aplicar o teste de Comparação de Tukey (5%). Em versões atuais podem-se fazer as mesmas análises, realizando a leitura diretamente da tabela do Excel (instalando um pacote específico), devendo adaptar os códigos.

O software livre “R 3.2.3” possibilitou uma análise rápida e fácil das pressuposições do modelo matemático para um delineamento inteiramente casualizado, além de rodar a análise de variância por completo e disponibilizar a rejeição da hipótese nula através do valor p, ainda fez a comparação pelo teste de tukey a 0,05 de probabilidade. O teste de tukey é mais viável em casos onde se tenha um coeficiente de variação (CV) menor que 10%, o que foi verídico na tabela 3. Aplicar o teste de tukey com $CV > 10\%$ gera muita sobreposição e posteriores confusões nos resultados (BARBIN, 2013).

Sendo assim, o programa em questão é uma alternativa que deve ser considerada na prática, pois, uma vez se adaptando ao mesmo, evita-se assim, as dependências dos softwares sem licença e de propriedade privada, algo que aumenta os custos com pesquisas em geral.

REFERÊNCIAS

BARBIN, D.. **Planejamento e análise estatística de experimentos agrônômicos**. 2 ed. Londrina: Mecenas, 2013;

BOLFARINE, H.. **Introdução à inferência estatística**. 2 ed. Rio de Janeiro: SBM, 2010;

BUSSAB, W. O. **ESTATÍSTICA BÁSICA**. São Paulo: Saraiva, 2013;

CARVALHO, R. C.; ALVES, S. D. F.; ALVES, L.; SILVEIRA, A. C. P. **Análise das Pressuposições do Modelo Matemático para Análise de Variância em Experimentos Agrícolas**. Anais do VIII Seminário de Iniciação Científica e V Jornada de Pesquisa e Pós-Graduação UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS 10 a 12 de novembro de 2010. Disponível em: <http://www.prp2.ueg.br/sic2010/apresentacao/trabalhos/pdf/agrarias/seminario/analise_das_pressuposicoes.pdf> Acessado em 01/04/2021;

CECON, P. R. [et al]. **Métodos Estatísticos**. Viçosa: UFV, 2012;

COSTA NETO, P. L.O.. **Estatística**. 2º edição. São Paulo: Editora Edgar Blucher, 2002.

MIRSHAWKA, **Probabilidades e estatísticas para engenharia**. São Paulo: Nobel. 1980;

MORETTIN, L. G.. **Estatística básica: probabilidade e inferência**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010;

MEMÓRIA, J. M. P.. **Breve história da estatística**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 111 p. ; 21 cm. – (Texto para discussão, ISSN 1677-5473 ; 21). Disponível em: <http://www.im.ufrj.br/~lpbraga/prob1/historia_estadistica.pdf>. Acessado em 01/04/21.

PETERNELLI, L.A.; MELLO, M.P. **Conhecendo o R: uma visão estatística**. Viçosa: Ed UFV, 2007. 118 p.

PIMENTEL-GOMES, F.. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais: exposição com exemplos e orientações para o uso de aplicativos**. Piracicaba: FEALQ, 2002;

RESENDE, M. D. V. **ESTATÍSTICA MATEMÁTICA, BIOMÉTRICA E COMPUTACIONAL: Modelos Mistos, Multivariados, Categóricos e Generalizados, Inferência Bayesiana, Regressão Aleatória, Seleção Genômica, QTL-GWAS, Espacial e Temporal, Competição, Sobrevivência**. Viçosa: Suprema, 2014;

_____. **MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA NA ANÁLISE DE EXPERIMENTOS: e no Melhoramento Genético**. Colombo: Embrapa Florestas, 2007.

SPIEGEL, M. R.. **Estatística**. Coleção Schaum. Tradução e Revisão Técnica Pedro Consentino. 3ª edição. São Paulo: Pearson Makron Books, 1993

TORMA, V. B. L. T. [et al]. **Normalidade de variáveis: métodos de verificação e comparação de alguns testes não paramétricos por simulação**. Revista HCPA. 2012;32(2):227-234. 2012. Disponível em: < <http://seer.ufrgs.br/hcpa> >. Acessado em 01/04/21.

VIEIRA, S.. **Estatística para a qualidade: como avaliar com precisão a qualidade em produtos e serviços**. 7ª tiragem. Rio de Janeiro: Elsevier, 1999.

ANEXO 1. TABELA 1. DADOS MÉDIOS ORIGINAIS DAS MEDIDAS DE COMPRIMENTO DE RAÍZES E PARTE AÉREAS DE MUDAS DE TOMATEIRO CEREJA EM DIC (CM).

subs	rep	raiz	aerea
test	1	5.0	7.5
test	2	5.5	8.0
test	3	6.0	8.5
test	4	4.0	6.5
test	5	4.5	6.0
Ep	1	6.5	8.0
Ep	2	8.0	9.8
Ep	3	8.0	9.8
Ep	4	7.0	9.5
Ep	5	7.5	9.7
CA	1	5.0	7.5
CA	2	3.5	5.0
CA	3	4.0	6.5
CA	4	5.0	7.5
CA	5	4.0	6.5
EP	1	7.0	9.2
EP	2	7.0	9.2
EP	3	6.5	8.0
EP	4	7.0	9.3
EP	5	8.0	9.0
TE	1	8.0	9.0
TE	2	9.0	9.5
TE	3	8.5	9.0
TE	4	7.5	9.2
TE	5	7.0	9.5
TC	1	6.0	8.5
TC	2	8.0	9.7
TC	3	8.0	9.7
TC	4	6.0	8.5
TC	5	7.0	9.3
TEs	1	9.8	9.9
TEs	2	9.5	9.8
TEs	3	9.9	9.0
TEs	4	9.7	9.0
TEs	5	9.0	9.0

ANEXO 2. EX2. DADOS TRANSFORMADOS PELA RAIZ QUADRADA DAS MEDIDAS DE COMPRIMENTO DE RAÍZES E PARTE AÉREAS DE MUDAS DE TOMATEIRO CEREJA EM DIC (CM).

subs	rep	raiz	aerea
test	1	2.236	2.738
test	2	2.345	2.828
test	3	2.449	2.915
test	4	2.000	2.549
test	5	2.121	2.449
Ep	1	2.549	2.828
Ep	2	2.828	3.130
Ep	3	2.828	3.130
Ep	4	2.645	3.082
Ep	5	2.738	3.114
CA	1	2.236	2.738
CA	2	1.870	2.236
CA	3	2.000	2.549
CA	4	2.236	2.738
CA	5	2.000	2.549
EP	1	2.645	3.033
EP	2	2.645	3.033
EP	3	2.549	2.828
EP	4	2.645	3.049
EP	5	2.828	3.000
TE	1	2.828	3.000
TE	2	3.000	3.082
TE	3	2.915	3.000
TE	4	2.738	3.033
TE	5	2.645	3.082
TC	1	2.449	2.915
TC	2	2.828	3.114
TC	3	2.828	3.114
TC	4	2.449	2.915
TC	5	2.645	3.049
TEs	1	3.130	3.146
TEs	2	3.082	3.130
TEs	3	3.146	3.000
TEs	4	3.114	3.000
TEs	5	3.000	3.000

ANEXO 3. EX3. DADOS TRANSFORMADOS PELO LOGARITMO DAS MEDIDAS DE COMPRIMENTO DE RAÍZES E PARTE AÉREAS DE MUDAS DE TOMATEIRO CEREJA EM DIC (CM).

subs	rep	raiz	aerea
test	1	0.690	0.875
test	2	0.740	0.903
test	3	0.778	0.929
test	4	0.602	0.813
test	5	0.653	0.778
Ep	1	0.813	0.903
Ep	2	0.903	0.991
Ep	3	0.903	0.991
Ep	4	0.845	0.977
Ep	5	0.875	0.986
CA	1	0.690	0.875
CA	2	0.544	0.698
CA	3	0.602	0.813
CA	4	0.690	0.875
CA	5	0.602	0.813
EP	1	0.845	0.963
EP	2	0.845	0.963
EP	3	0.813	0.903
EP	4	0.845	0.968
EP	5	0.903	0.954
TE	1	0.903	0.954
TE	2	0.954	0.977
TE	3	0.929	0.954
TE	4	0.875	0.963
TE	5	0.845	0.977
TC	1	0.778	0.929
TC	2	0.903	0.986
TC	3	0.903	0.986
TC	4	0.778	0.929
TC	5	0.845	0.968
TEs	1	0.991	0.995
TEs	2	0.977	0.991
TEs	3	0.995	0.954
TEs	4	0.986	0.954
TEs	5	0.954	0.954

ANEXO 4. DICAS NO “R 3.2.3”

1 BAIXAR OS ARQUIVOS DO R:

CAR: Serve para verificar os pressupostos de Independência e Homogeneidade.

ASBIO: Verifica a aditividade.

NORTESTE: Normalidade. ExpDes.pt: DIC e DBC.

2 DEPOIS DE INSTALADOS, DEVE-SE ABILITAR OS PACOTES: Usar o comando require (nome do pacote):

`require (ExpDes.pt)`

`require (car)`

`require (asbio)`

`require (nortest)`

#####

3 INFORME AO SISTEMA ONDE ESTÁ OS DADOS E SUAS CARACTERISTICAS, PELOS COMANDOS:

`dados2<-read.table("ex2.txt",h=T)`

`subs<-as.factor(dados2[,1]) # substrato`

`rep<-as.factor(dados2[,2]) #repetição é um fator`

`raiz<-dados2[,3] #diâmetro e variável resposta`

`aerea<-dados2[,4]`

`dados2<-data.frame(subs,rep,raiz,aerea) #construindo uma nova tabela de dados.`

`attach(dados2)`

#####

4 VERIFIQUEM AS PRESSUPOSIÇÕES PELOS SEGUINTE COMANDOS:

`tukey.add.test(raiz,aerea,subs) # testes para aditividade em DBC`

`shapiro.test(residuals(lm(raiz+aerea~subs),data=dados2)) #amostras menores q 50.`

Teste de normalidade nos resíduos.

`lillie.test(residuals(lm(raiz+aerea~subs),data=dados2)) #amostras maiores q 50. Nos resíduos.`

`leveneTest(raiz+aerea,subs, center=median) #homogeneidade de variâncias pela mediana...`

OBS: só serve pra DIC.

`leveneTest(raiz+aerea,subs,center=mean) #homogeneidade pela média...OBS: só serve pra DIC.`

`bartlett.test(raiz+aerea~subs,data=dados2) #homogeneidade...OBS: só serve pra DIC.Quando existe normalidade o teste de bartlett é o melhor para indicar homogeneidade.`

`durbinWatsonTest(lm(raiz+aerea~subs),data=dados2) #independência. OBS: Só usar este teste se não existir dependência que surge ao repetir medições em mesmo local.`

#####

6 RODAR A ANOVA E O TESTE DE TUKEY PELOS COMANDOS:

`dic(subs, raiz+aerea, quali = TRUE, mcomp = "tukey", sigT = 0.05, sigF = 0.05) #dentro do ExpDes.pt`

SOBRE OS ORGANIZADORES

PEDRO HENRIQUE ABREU MOURA - Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Mestre e Doutor em Agronomia/Fitotecnia pela mesma instituição, onde também realizou pós-doutorado na área de fruticultura. Desde 2015, atua como pesquisador na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), lotado no Campo Experimental de Maria da Fé. Desenvolve pesquisa e extensão nas áreas de Olivicultura e Fruticultura. Participa na organização de eventos de transferência e difusão de tecnologias para produtores, técnicos e estudantes, bem como ações de popularização da Ciência para a comunidade em geral. É membro do corpo editorial da Atena Editora. Possui experiência na área de Fruticultura, principalmente no manejo de oliveira e de outras frutíferas de clima temperado.

VANESSA DA FONTOURA CUSTÓDIO MONTEIRO - Possui graduação em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário de Barra Mansa (2009), licenciatura plena em Ciências Biológicas pela Universidade Vale do Rio Verde (2011), especialização em Avaliação de Flora e Fauna em Estudos Ambientais (2011) pela Universidade Federal de Lavras, mestrado (2014) e doutorado (2017) em Botânica Aplicada também pela Universidade Federal de Lavras. Atualmente, faz parte do corpo docente do curso de Ciências Biológicas da Universidade do Vale do Sapucaí (UNIVÁS) e atua como professora formadora no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas EaD da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). É membro do corpo editorial da Atena Editora. Já ocupou o cargo temporário de docente na Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI). Ministrou aulas de Biologia no Cursinho Assistencial e Centro de Inteligência e Cultura (CACIC). Foi bolsista de Apoio Técnico na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) - Campo Experimental de Maria da Fé. Possui experiência na área de Botânica, com ênfase em Ecofisiologia Vegetal, Ecologia e Educação Ambiental. Tem interesse em pesquisas com foco em ecofisiologia de plantas e no ensino de Botânica.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abelhas 194, 195, 196, 197, 199, 200, 201, 202, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 233, 234
Agroecologia 37, 38, 39, 40, 44, 46, 47, 48, 50, 51, 57, 155, 162, 165, 177, 178, 188, 221
Agrofloresta 155, 159, 161, 162
Água 15, 16, 18, 27, 29, 31, 32, 33, 34, 59, 60, 80, 84, 85, 100, 101, 105, 106, 107, 108, 110, 111, 113, 116, 117, 118, 121, 123, 124, 125, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 134, 136, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 152, 158, 160, 165, 167, 168, 172, 174, 175, 176, 177, 179, 182, 216, 217, 218
Ambiente 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 32, 33, 38, 39, 41, 45, 46, 50, 57, 58, 59, 60, 61, 63, 64, 65, 68, 69, 70, 71, 72, 79, 80, 82, 83, 91, 93, 94, 95, 98, 102, 106, 114, 119, 120, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 129, 132, 133, 134, 143, 145, 146, 155, 156, 164, 165, 167, 170, 171, 176, 177, 180, 188, 189, 191, 192, 201, 206, 208, 212, 218, 222, 230, 231, 233, 235, 236, 241, 242
Aquíferos 100, 102, 103, 104, 105, 108, 111, 115, 116, 117, 118, 119, 121
Assentamento 45, 46, 47, 50, 100

B

Bacias hidrográficas 27, 101, 116, 123, 124, 127, 130, 133, 134

C

Cafeicultura 225, 227, 235
Coleta seletiva 59, 60, 65, 66, 67, 68, 69, 70
Compactação 18, 127, 138, 151
Compostos tóxicos 28, 30
Controle alternativo 165
Crescimento 5, 6, 16, 19, 22, 25, 26, 28, 29, 70, 80, 81, 84, 93, 95, 97, 124, 125, 142, 155, 158, 159, 160, 161, 162, 165, 174, 179, 181, 185, 186, 190, 191, 192, 201, 203, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 223, 224, 229, 230, 232, 240

D

Degradação do solo 14, 16, 17, 19, 22, 23, 25, 154, 161, 231

E

Entomologia 154, 165, 177, 178, 194, 198
Epistemologia 51
Espécies florestais 163, 180, 188, 189, 190
Estatística 21, 22, 24, 72, 82, 96, 121, 182, 183, 185, 186, 190, 191, 193, 210, 237, 239,

240, 242, 243, 249, 250

Etnoagroforesteria 51, 54, 55, 57

Etnoagronomia 51, 54, 57

Exportações 14, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 177

F

Função socioambiental 1, 2, 7, 8, 9, 10

Fungos 30, 154, 155, 158, 159, 160, 162, 174, 211, 212, 214, 215, 216, 217, 218, 234

G

Geadas 225, 226, 227, 228, 229, 230, 232, 233, 235, 236

Gênero 44, 45, 50, 173, 192, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219

Germinação de sementes 179, 181, 215, 217

Guerreiras de Canudos 44, 47, 48, 49, 50

H

Hidrogeologia 100, 120, 121

I

Indicadores 79, 81, 82, 83, 85, 86, 87, 89, 90, 95, 96, 97, 98, 123, 124, 128, 131, 132, 134, 135, 154, 155, 156, 159, 161, 162, 163

Infiltração de água 138, 141, 143

Insetos 30, 31, 33, 40, 148, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 195, 233

L

Lâminas 145, 146, 147, 148, 149, 152, 153

M

Manejo 16, 26, 29, 46, 54, 55, 74, 83, 84, 91, 93, 96, 97, 98, 125, 126, 127, 128, 129, 131, 134, 135, 136, 138, 141, 142, 143, 154, 155, 156, 161, 162, 165, 172, 174, 175, 176, 177, 178, 204, 208, 213, 215, 217, 229, 230, 232, 234, 255

Material reciclável 59

Meio ambiente 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 22, 23, 25, 26, 28, 29, 33, 38, 39, 41, 45, 46, 50, 59, 60, 61, 71, 72, 79, 82, 83, 93, 94, 95, 98, 102, 119, 120, 122, 124, 125, 126, 127, 134, 143, 155, 156, 165, 188, 201, 206, 208, 212, 218, 233

Microbiologia edáfica 155

Microrganismos 29, 41, 154, 155, 156, 158, 160, 161, 162, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 223, 233

Microscopia 145

N

Nativas 40, 163, 180, 181, 188, 189, 195, 205

O

Ordem econômica sustentável 1, 7

Organoclorados 28, 30, 31, 34

Organofosforados 28, 30, 31, 32, 34

P

Polinização 194, 195, 197, 204, 206, 207, 208, 210, 233, 234, 236

Políticas públicas 15, 25, 26, 45, 46, 47, 50, 79, 90, 95, 123, 124, 130, 137, 180

Pragas 28, 29, 30, 31, 33, 133, 156, 165, 166, 167, 168, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 178, 180, 215, 227

Preservação ambiental 10, 125, 225

Produtos agrícolas 14, 17, 19, 20, 25, 26

Q

Quebra-ventos 188, 189, 190, 192, 193, 227

R

Reforma agrária 48, 96, 102

Rizobactérias 179, 181, 182, 186, 187, 211, 212, 216, 218, 222

S

Saúde 15, 16, 28, 29, 30, 32, 33, 34, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 48, 66, 73, 76, 90, 91, 102, 155, 156, 157, 203, 212

Sedimentos 105, 109, 110, 129, 145, 146

Sibipiruna 179, 180, 181, 183, 184, 185, 186

Socioambiental 1, 2, 7, 8, 9, 10, 13, 14, 73

Software R 238, 246, 249

Solo 14, 15, 16, 17, 18, 19, 22, 23, 25, 26, 29, 31, 34, 39, 59, 60, 74, 76, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 134, 136, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 150, 151, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 167, 168, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 186, 190, 191, 212, 213, 214, 215, 217, 218, 227, 228, 231

Sustentabilidade 12, 13, 18, 25, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 59, 60, 61, 71, 72, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 123, 124, 125, 127, 129, 156, 161, 163, 177, 178, 211, 212, 218

V

Variância 159, 238, 239, 240, 241, 243, 244, 246, 248, 249



🌐 www.atenaeditora.com.br
✉ contato@atenaeditora.com.br
📷 @atenaeditora
📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Responsabilidade
social, produção e
meio ambiente nas
ciências agrárias


Ano 2021



🌐 www.arenaeditora.com.br
✉ contato@arenaeditora.com.br
📷 @arenaeditora
📘 www.facebook.com/arenaeditora.com.br

Responsabilidade social, produção e meio ambiente nas **ciências agrárias**


Ano 2021