

**MARIA ELANNY DAMASCENO SILVA
(ORGANIZADORA)**



**O MEIO AMBIENTE
E A INTERFACE DOS
SISTEMAS SOCIAL
E NATURAL 2**

**MARIA ELANNY DAMASCENO SILVA
(ORGANIZADORA)**



**O MEIO AMBIENTE
E A INTERFACE DOS
SISTEMAS SOCIAL
E NATURAL 2**

Editora Chefe	
Prof ^a Dr ^a Antonella Carvalho de Oliveira	
Assistentes Editoriais	
Natalia Oliveira	
Bruno Oliveira	
Flávia Roberta Barão	
Bibliotecário	
Maurício Amormino Júnior	
Projeto Gráfico e Diagramação	
Natália Sandrini de Azevedo	
Camila Alves de Cremo	
Karine de Lima Wisniewski	
Luiza Alves Batista	
Maria Alice Pinheiro	
Imagens da Capa	2020 by Atena Editora
Shutterstock	Copyright © Atena Editora
Edição de Arte	Copyright do Texto © 2020 Os autores
Luiza Alves Batista	Copyright da Edição © 2020 Atena Editora
Revisão	Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora
Os Autores	pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 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.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

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

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. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
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^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof^a Dr^a Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
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^a Dr^a Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof^a Dr^a 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. Fágnner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Prof^a Dr^a Gílrene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^a Dr^a Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^a Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^a Dr^a Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Prof^a Dr^a Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
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
Prof^a Dr^a Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Prof^a Dr^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof^a Dr^a Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
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
Prof^a Dr^a Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^a Dr^a Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof^a Dr^a Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Prof^a Dr^a Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^a Dr^a Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^a Dr^a Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Elio Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^a Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^a Dr^a 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^a Dr^a Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Prof^a Dr^a Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Prof^a Dr^a Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^a Dr^a Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

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 de Mato Grosso
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. Abrão Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
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
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
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. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
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. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edvaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eiel 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
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krah – 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

Prof^a Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – 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
Prof^a Dr^a Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Prof^a Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^a Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^a Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
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^a Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Prof^a Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^a Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Prof^a Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Prof^a Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Prof^a 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

O meio ambiente e a interface dos sistemas social e natural

2

Editora Chefe: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecário: Maurício Amormino Júnior
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Maria Elanny Damasceno Silva

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

M499 O meio ambiente e a interface dos sistemas social e natural 2
[recurso eletrônico] / Organizadora Maria Elanny Damasceno
Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5706-278-4
DOI 10.22533/at.ed.784201008

1. Desenvolvimento sustentável. 2. Meio ambiente.
3. Sustentabilidade. I. Silva, Maria Elanny Damasceno.

CDD 363.7

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Estimados leitores do Livro “*O Meio Ambiente e a Interface dos Sistemas Social e Natural*” é com satisfação que entregamos 44 capítulos divididos em dois volumes, que tratam da diversidade acadêmica em pesquisas sociais, laboratoriais e tecnológicas na área ambiental e afins.

O volume 2 destaca-se para os meios de reúso de águas e resíduos em geral com potencial de poluição. A reutilização de águas pluviais em sistemas agrícolas é uma ótima estratégia ambiental. As formas de destinação final de esgoto doméstico é tema relevante para pesquisas em regiões de bacia hidrográfica. A reciclagem de sobras da construção civil é analisada sob a perspectiva da certificação e normas ambientais.

Um estudo de caso é mencionado com um método inovador de Produção Mais Limpa aplicado em um salão de beleza. Questões de gerenciamento de resíduos em serviços de saúde básica são revistos sob a ótica de profissionais da saúde. Os aterros sanitários são fontes de substratos químicos perigosos e para isso precisam de autodepuração dos efluentes.

Medidas de monitoramento de desmatamento e queimadas em florestas é assunto importante em simulações de modelagem espacial atuais e futuras, assim como sistemas de alertas de incêndios estruturados por softwares.

As explorações vegetais e minerais são discutidas com base nos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável na tentativa de redução dos impactos advindos da urbanização. A relevância das coberturas vegetais na hidrologia do solo é objeto de pesquisas com medições por sensores em ecossistemas florestais.

As condições de equilíbrio de nutrientes químicos em solo específico é avaliado ao comparar técnicas com diferentes arranjos produtivos em plantio direto. Frutos e sementes com alta qualidade são excelentes para produção de mudas em Parque Botânico. O uso de agroquímicos não é saudável e eficiente para conter o mal-do-Panamá que acomete bananeiras, para tanto é apresentado um estudo de biocontrole da doença.

A identificação de aves silvestres e suas características comportamentais é feito com auxílio de fiscalização legal com finalidade de desenvolver um levantamento da avifauna. Nesta lógica, tem-se a criação de um catálogo de borboletas resultante da investigação em uma Reserva Particular do Patrimônio Natural. Além disso, as borboletas são bons bioindicadores de um ambiente natural saudável, sendo utilizadas para trabalhar a conscientização ambiental. A poluição do ar é verificado utilizando dados climatológicos do Instituto Nacional de Meteorologia.

As cianobactérias são exploradas em pesquisas que determinam sua curva de crescimento em ambiente simulado. As fases da lua são averiguadas ao correlacionar seus ciclos com a precipitação chuvosa, na tentativa de comprovar cientificamente a veracidade da sabedoria popular local. Concomitantemente, o conhecimento das propriedades

medicinais, alimentares e madeireiras de plantas nativas é identificada em comunidades rurais.

Por fim, a união entre a ciência e arte é testemunhada em espetáculos no Brasil e Índia ao provocar interesse no público para conservação dos recursos.

Esperamos que estes resultados envolva-os no fortalecimento da preservação dos meios naturais em meio ao sistema produtivo.

Maria Elanny Damasceno Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
RESUSO DE ÁGUA DA CHUVA PELO PROJETO IRRIGAPOTE: ESTRATÉGIA DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA RESILIENTE NA AMAZÔNIA	
Lucieta Guerreiro Martorano	
DOI 10.22533/at.ed.7842010081	
CAPÍTULO 2	16
AVALIAÇÃO DA DESTINAÇÃO FINAL DO ESGOTO DOMÉSTICO NA REGIÃO ALTA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SANTA MARIA DA VITÓRIA – ES / BRASIL	
Charles Moura Netto	
Sandra Maria Guisso	
Leandro José Schaffer	
DOI 10.22533/at.ed.7842010082	
CAPÍTULO 3	32
ESTUDO DE CASO DE UM SISTEMA DE TRATAMENTO E REUSO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	
Eduardo Antonio Maia Lins	
Eduardo Henrique Bezerra Cavalcanti	
Cecília Maria Mota Silva Lins	
Andréa Cristina Baltar Barros	
DOI 10.22533/at.ed.7842010083	
CAPÍTULO 4	45
PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA EM SALÃO DE BELEZA	
Eduarda Carvalho	
Gabriela Savicki	
Júlia de Vargas Biehl	
Rodrigo D'Avila Barros	
Roxane Oliveira	
Carlos Alberto Mendes Moraes	
DOI 10.22533/at.ed.7842010084	
CAPÍTULO 5	59
CONHECIMENTO DOS PROFISSIONAIS ACERCA DO GERENCIAMENTO E DESTINO DOS RESÍDUOS DOS SERVIÇOS DE SAÚDE	
Ane Carolline Donato Vianna	
Cinoélia Leal de Souza	
Elaine Santos da Silva	
Ana Cristina Santos Duarte	
Denise Lima Magalhães	
Vanda Santana Gomes	
Adson da Conceição Virgens	
Leandro da Silva Paudarco	
Diana Émily Mendes Guimarães	
Sandy Hellen Rodrigues de Souza	
Anne Layse Araújo Lima	
Alysson Matheus Magalhães Silva	
DOI 10.22533/at.ed.7842010085	

CAPÍTULO 6 70

DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE DESOXIGENAÇÃO: ANÁLISE DE LIXIVIADO

Liara Jalime Vernier
Patricia Rodrigues Fortes
Raphael Corrêa Medeiros
Bruno Segalla Pizzolatti
Mariza de Camargo
Juliana Scapin

DOI 10.22533/at.ed.7842010086

CAPÍTULO 7 82

MODELAGEM ESPACIAL DA DINÂMICA DO DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA NA REGIÃO DA FLORESTA NACIONAL DO JAMANXIM

Jamile Costa Paes Ferreira
Alessandra Carreiro Baptista

DOI 10.22533/at.ed.7842010087

CAPÍTULO 8 95

SISTEMA DE ALERTA DE RISCO DE INCÊNDIO PARA O PANTANAL

Balbina Maria Araújo Soriano
Marcelo Gonçalves Narciso

DOI 10.22533/at.ed.7842010088

CAPÍTULO 9 104

FRAGMENTAÇÃO DAS FLORESTAS TROPICAIS URBANIZAÇÃO E O IMPACTO NA BIODIVERSIDADE

Emanoel Ferdinando da Rocha Jr
Cicera Maria Alencar do Nascimento
Tereza Lúcia Gomes Quirino Maranhão
Mabel Alencar do Nascimento Rocha
Letícia Anderson Bassi
Thiago José Matos Rocha
Adriane Borges Cabral

DOI 10.22533/at.ed.7842010089

CAPÍTULO 10 124

EFFECTO DE LA VEGETACIÓN SOBRE LOS PROCESOS HIDROLÓGICOS DEL SUELO EN ECOSISTEMAS DE CLIMA MEDITERRÁNEO: ANÁLISIS GEOGRÁFICO DESDE UN ENFOQUE REGIONAL

Javier Lozano - Parra
Jacinto Garrido Velarde
Manuel Pulido Fernández
Ramón García Marín

DOI 10.22533/at.ed.78420100810

CAPÍTULO 11 151

DINÁMICA DEL CONTENIDO HÍDRICO DEL SUELO EN ECOSISTEMAS AGROFORESTALES MEDITERRÁNEOS

Javier Lozano - Parra
DOI 10.22533/at.ed.78420100811

CAPÍTULO 12 170

AVALIAÇÃO DOS PROCESSOS QUÍMICOS DO SOLO EM MANEJO DE PLANTIO DIRETO NA AMAZÔNIA

Bárbara Maia Miranda

Arystides Resende Silva
Eduardo Jorge Maklouf Carvalho
Carlos Alberto Costa Veloso
DOI 10.22533/at.ed.78420100812

CAPÍTULO 13 178

MORFOMETRIA DE FRUTOS E SEMENTES DE *Dussia tessmannii* HARMS. (FABACEAE)

Ítalo Felipe Nogueira Ribeiro
Michaela Nascimento Queiroz
Pedro Raimundo Ferreira de Lima
Taís de Souza Arruda
Evandro José Linhares Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.78420100813

CAPÍTULO 14 184

BIOATIVIDADE DE METABÓLITOS VOLÁTEIS DE *Trichoderma* spp. CONTRA *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*

Maria Muritiba de Oliveira
Rafael Oliva Trocoli
Pricila Fagundes Evangelista
Ester Doanni da Silva Ferreira Dias
Rozilda Pereira do Nascimento
Thaylanne Alcântara Matos
José Luiz dos Santos Silva

DOI 10.22533/at.ed.78420100814

CAPÍTULO 15 195

COMPOSIÇÃO E DIVERSIDADE DA AVIFAUNA APREENDIDA NO SUDESTE GOIANO NO PERÍODO DE 2016 A 2019

Bruna Rafaella de Almeida Nunes
Diogo Baldin Mesquita
Idelvone Mendes Ferreira
Thatiana Martins dos Santos Mesquita

DOI 10.22533/at.ed.78420100815

CAPÍTULO 16 208

BORBOLETAS (LEPIDOPTERA: PAPILIONOIDEA) DA RESERVA PARTICULAR DO PATRIMÔNIO NATURAL ESTAÇÃO VERACEL, PORTO SEGURO, BAHIA

Gabriel Vila-Verde
Diego Rodrigo Dolibaina
Olívia Maria Pereira Duarte
Márlon Paluch

DOI 10.22533/at.ed.78420100816

CAPÍTULO 17 234

UTILIZAÇÃO DA DIVERSIDADE DE BORBOLETAS E MARIPOSAS (LEPIDOPTERA) PARA A CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE EM TREMEDAL, BA

Mauricio de Oliveira Silva
Ananda Santos Oliveira
Thomas Leonardo Marques de Castro Leal
Marcos Anjos de Moura

DOI 10.22533/at.ed.78420100817

CAPÍTULO 18 247

ANÁLISE DA QUALIDADE DO AR REGIÃO CENTRAL DE UBERLÂNDIA: ANÁLISE QUANTITATIVA DE PARTÍCULAS INALÁVEIS (MP₁₀)

Isaac Francisco da Silva
Euclides Antônio Pereira de Lima
João Victor Delfino Silva

DOI 10.22533/at.ed.78420100818

CAPÍTULO 19 259

ISOLAMENTO, CULTIVO E CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE *Geitlerinema amphibium* C. Agardh ex Gomont (CYANOPHYCEAE) DO RESERVATÓRIO BOLONHA (BELÉM - PA)

Gabriel San Machado Calandrini
Aline Lemos Gomes
Vanessa Bandeira da Costa Tavares
Samara Cristina Campelo Pinheiro
Eliane Brabo de Sousa

DOI 10.22533/at.ed.78420100819

CAPÍTULO 20 267

CICLO LUNAR REGISTRADOS EM FICHAS DE DIVISÃO DE ÁGUAS DE EVENTOS PLUVIAIS ENCONTRADO EM TAPERINHA NA AMAZÔNIA

Eliane Leite Reis de Sousa
Lucieta Guerreiro Martorano
Lucas Vaz Peres
Samária Letícia Carvalho Silva Rocha
Raphael Pablo Tapajós Silva
Núbia Ferreira Campos

DOI 10.22533/at.ed.78420100820

CAPÍTULO 21 278

PLANTAS E SEUS USOS: O CONHECIMENTO TRADICIONAL DE UMA COMUNIDADE RURAL NA CAATINGA

Mychelle de Sousa Fernandes
Marlos Dellan de Souza Almeida
Ana Carolina Sabino de Oliveira
Sabrina Silva Oliveira
Mikael Alves de Castro
Jefferson Thiago Souza

DOI 10.22533/at.ed.78420100821

CAPÍTULO 22 288

DA CIÊNCIA À ARTE: ONDA DE DESPERDÍCIO – OS PERIGOS VISÍVEIS E INVISÍVEIS DO LIXO NO MAR

Camila Burigo Marin
Kátia Naomi Kuroshima

DOI 10.22533/at.ed.78420100822

SOBRE A ORGANIZADORA 299**ÍNDICE REMISSIVO 300**

RESUSO DE ÁGUA DA CHUVA PELO PROJETO IRRIGAPOTE: ESTRATÉGIA DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA RESILIENTE NA AMAZÔNIA

Data de aceite: 03/08/2020

Lucieta Guerreiro Martorano

Pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental/
NAPT Médio Amazonas
Santarém, Pará
<http://lattes.cnpq.br/9712490260615310>

RESUMO: Em períodos prolongados de estiagens é necessário adotar estratégia de irrigação para atender as demandas evapotraspiratórias das plantas, principalmente em cultivos agrícolas. No oeste do Pará, as análises climáticas apontam que cerca de 80% das chuvas concentram-se entre dezembro a junho e, os 20% restantes distribuem-se nos meses de julho a novembro, evidenciando reduções na oferta hídrica às culturas. Objetivou-se apresentar resultados de reposição hídrica com reuso de água da chuva em potes de argila enterrados no solo. Instalou-se uma Unidade Demonstrativa (UD) em 2016, na comunidade de Lavras, em propriedade rural familiar de produção orgânica, no município de Santarém, Pará, pelo Projeto IrrigaPote. Em calhas (PVC) instaladas nas bordas do telhado da casa drena-se o volume de chuva para caixa d'água. O processo é

todo mecânico onde a água é distribuída aos potes por gradiente natural de pressão. Canos enterrados no solo são instaladas as conexões hidráulicas para acoplar os canos (mangueiras) de borracha que conduzem água aos potes, contendo, internamente um sistema de boia que mantém cada pote sempre com 20L. Em, aproximadamente 400 m², o produtor rural mantém cerca de 20 culturas, em alta produção, incluindo frutíferas e culturas anuais. Estimou-se em quatro anos do Projeto aumentos da ordem de 60% na renda familiar, além de ganhos sociais e ambientais. Segurança alimentar, polinizadores, qualidade de vida, visitantes, aulas e dias de campo apontam resultados exitosos do Projeto. A tecnologia IrrigPote aponta indicador de irrigação resiliente em consonância com os objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS).

PALAVRAS-CHAVE: Tecnologia resiliente, Reposição hídrica, Deficiência hídrica.

REUSE OF RAINWATER BY THE
IRRIGAPOTE PROJECT: A STRATEGY TO
PROMOTE RESILIENCE OF AGRICULTURAL
PRODUCTION IN THE AMAZON

ABSTRACT: During prolonged periods of drought it is necessary to adopt irrigation

strategies to satisfy plant evaporative demand, principally for agricultural crops. In the western region of the state of Pará, analyses of meteorological data from Santarém show that rainfall is concentrated between December and June, with the remaining 20% distributed between July and November, which a large reduction in soil water for crops. The objective is to present results through reuse of rainwater using clay pots. A Demonstration Unit (DU) was installed in 2016 through the IrrigaPote project in the city of Santarém in the community of Lavras on the rural property. PVC pipes were installed along the edges of the roof of a house and rainwater was drained to water boxes. The water was then passively distributed to the clay pots in the soil using a natural pressure gradient. PVC tubes in the soil were connected to rubber hoses that were connected to the pots which used an internal float system to maintain them with 20L. In an area of approximately 400m² the farmers maintain 20 different crops that have high production and that include fruit trees and annual crops. It is estimated that during 4 years, increases of about 60% in family income, and social and environmental gains. Food security, pollinators, quality of life, visitors, classes and field days point to the Project's successful results. The IrrigaPote technology represents a resilient method of irrigation that is in consonance with the Objectives of Sustainable Development (OSD).

KEYWORDS: Resilient technology, Water replacement, Water deficiency.

1 | INTRODUÇÃO

Os compromissos assumidos na política internacional do clima pelo Brasil, inclusive com redução da fome de acordo com a Agenda 2030, são alicerçados em indicadores nas três dimensões da sustentabilidade (econômica, social e ambiental) e alinhados, principalmente à meta 2.4 dos objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Práticas agrícolas resilientes devem garantir o bem-estar ao produtor rural, reduzir o êxodo rural e apontar indicadores que possam subsidiar a valoração de serviços ambientais prestados quando o agricultor utiliza os recursos naturais de forma responsável (PECILLO, 2015, HUMMELL *et al.*, 2016, DÍAZ *et al.*, 2017).

O desafio na agricultura familiar é utilizar tecnologia de baixo custo e de fácil utilização pelo produtor rural. Mesmo em regiões de clima tropical chuvoso como no Bioma Amazônia, existem regiões com deficiência de água no solo em determinada época do ano. Frequentes anomalias como secas extremas e chuvas intensas têm acarretados perdas econômicas e ambientais de alta magnitude na agricultura, capazes de serem potencializadas em cenários de mudanças climáticas (IPCC, 2012, IPCC, 2013, SMITH *et al.*, 2014). Na Amazônia, os investimentos em capital técnico e social e aportes econômicos necessitam de planejamento considerando variáveis climáticas para subsidiar à tomada de decisão (NOBRE *et al.*, 2016; VILLA *et al.*, 2018), principalmente na agricultura. Em anos de eventos climáticos extremos (*El Niño*), o período pode se intensificar (MARENGO *et al.*, 2018), acarretando severas perdas aos agricultores.

Vale ressaltar que mesmo em municípios na Amazônia, onde existe um polo de grãos

consolidado (Santarém/Belterra/Mojuí dos Campos), o período mais chuvoso ocorre de dezembro a maio, contabilizando-se cerca de 80% do volume de chuva anual e, os demais 20% restantes são distribuídos de junho a novembro, indicando reduções da oferta pluvial na região. Nessa época do ano em que a oferta pluvial é reduzida, os agricultores de base familiar demandam por sistemas de irrigação com baixo aporte tecnológico e baixo custo (VON WESTARP *et al.*, 2004). Tecnologias com reaproveitamento de águas pluviais, apresentam-se como estratégias que visam reduzir os custos em cultivos irrigados, bem como, de adoção de conhecimentos práticos que facilitem o processo de reposição hídrica às culturas.

Os pequenos agricultores com baixo aporte econômico e reduzido nível tecnológico, enfrentam quedas na produção agrícola, principalmente em decorrência de períodos prolongados com déficits hídricos. Apesar dos resultados exitosos há mais de dois mil anos utilizando irrigação com potes de cerâmica enterrados no solo, as pesquisas apontavam baixa utilização dessa técnica pelos agricultores (BAINBRIDGE, 2001, BAINBRIDGE *et al.*, 1998, BAINBRIDGE *et al.*, 2012). A tecnologia promove melhorias desde a germinação das sementes, estabelecimento até a produção das culturas (DAKA, 2001), mas os produtores não utilizam, talvez pela reduzida divulgação. A irrigação com potes de cerâmica reduz, significativamente as perdas hídricas para atmosfera e potencializa o aproveitamento da água em cultivos irrigados (OKALEBO *et al.*, 1995, TSEGAY WOLDE-GEORGIS, 2010).

As pesquisas recentes de ADHIKARY e PAL (2020) reforçam que apesar dessa tecnologia de irrigação apontar resultados eficientes e de fácil utilização por pequenos agricultores, ainda não é amplamente utilizado em locais onde a escassez de água se torna limitante à produção agrícola. A tecnologia apresenta evidências de uso por civilizações milenares e, portanto, trata-se de um conhecimento que se popularizou no mundo.

Em edital de fomento à pesquisa MKTPlace (*Agricultural Innovation*) foi desenvolvido um projeto de pesquisa em parceria Brasil/África com resultados exitosos (ARAYA *et al.*, 2014, GEBRU *et al.*, 2018), denominado no Brasil de Projeto IrrigaPote (MARTORANO *et al.*, 2016). As ações foram voltadas ao uso de tecnologia de baixo custo na reposição de água no solo, em períodos de estresse hídrico. Diante de problemas relacionados a falta de água na agricultura em regiões áridas como na Etiópia e em períodos de escassez de água na Amazônia, a parceria internacional (África/Brasil) apontou resultados exitosos na Etiópia (África) e no Brasil (Amazônia).

Após divulgações do Projeto IrrigaPote em veículos de comunicação, diferentes mídias, visitas técnicas, dias de campo, formação de alunos universitários, capacitação de alunos em pós-graduação e publicações de resultados em periódicos científicos, as demandas se intensificaram no Brasil, pela agrotecnologia (MARTORANO *et al.*, 2018). Neste trabalho, o objetivo foi apresentar a experiência de sucesso do projeto IrrigaPote na Amazônia, em parceria com produtor familiar rural que desenvolve agricultura orgânica em Santarém, no oeste do Pará.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

No Brasil, a tecnologia foi desenvolvida visando armazenar a água das chuvas e toda irrigação ser realizada com reuso hídrico pluvial. Como na Amazônia existe uma época do ano com alta pluviosidade, adotou-se uma estratégia inovadora para guardar a água em caixas d'água e, posteriormente redistribuí-la por gravidade, usando canos PVC conectados aos potes enterrados no solo. Assim, todo o sistema foi planejado sem necessidade do produtor rural se preocupar com o armazenamento de água nos potes e com a irrigação das plantas cultivadas. Para manter os potes sempre com a máxima capacidade de água e promover o atendimento das demandas hídricas das culturas, desenvolveu-se um sistema totalmente mecânico.

Os potes de argila são confeccionados por artesão que trabalha, tradicionalmente na fabricação de cerâmicas. Na Figura 1 (A, B, C) são apresentadas imagens registradas durante o processo de fabricação em Icoaraci, que é um centro turístico de referência na produção de cerâmica, nas proximidades de Belém, capital do estado do Pará. Foram encomendados os primeiros 50 potes para instalação de unidades demonstrativas. Os potes, com a capacidade de 20 litros de água por capilaridade mantém uma pluma de molhamento no solo, exemplificado na Figura 1 (D, E, F).

A tecnologia não requer conhecimento específico sobre turno de rega, taxas evapotraspiratórias, total de água necessária para reposição hídrica das culturas, nem de tempo do agricultor para manter o sistema em pleno funcionamento. Na Amazônia, o sistema foi desenvolvido para funcionar, independentemente da ação humana, ou seja, todo funcional mecanicamente e simples, com boias, tubos (PVC) e conectores hidráulicos para ligar os canos de borrachas (mangueira), ligados às tampas dos potes de argila, enterrados no solo.

O sistema IrrigaPote utiliza material de baixo custo com soluções facilmente capazes de serem adotadas e manipuladas pelos agricultores. O consumo hídrico é regulado pelas plantas em função da demanda atmosférica. Em períodos secos as raízes finas, pela lei do menor potencial hídrico, migram no solo até a parede externa dos potes e, por capilaridade absorvem a água para manter os processos fisiológicos das plantas, conforme observa-se na Figura 1 (G, H, I).

Observa-se que em períodos prolongados de deficiência hídrica no solo, os agricultores familiares são os mais prejudicados. O baixo aporte tecnológico e financeiro limitam o acesso à sistemas de irrigação disponíveis no mercado, comprometendo a manutenção dos cultivos agrícolas, principalmente em áreas de agricultores de base familiar. Na Amazônia, o projeto fez inovações como a implantação de uma estrutura para captação e armazenamento de água da chuva. Desenvolveu-se uma solução de baixo custo para manter os potes sempre na capacidade potencial de armazenamento de água e manutenção da oferta hídrica às culturas.



(A)



(B)



(C)



(D)



(E)



(F)



(G)



(H)



(I)

Figura 1: Imagens indicando o processo de fabricação dos potes pelo artesão em Icoaraci (A, B, V), os potes prontos para serem instalados no solo (D), o cano de borracha conectado na tampa do pote de cerâmica que evidencia a ligação da água entre os canos (PVC) enterrados no solo (E), instalação de um sistema de irrigação para compartilhar a tecnologias à estudantes de agronomia no estado do Pará (F) como o sistema é conectado na tampa dos potes (G), sistema de coleta de água da água em caixa d'água (H) e distribuição dos potes durante a instalação da Unidade Demonstrativa (UD) na comunidade de Lavras, em Santarém, Pará.

O IrrigaPote utiliza materiais simples e de baixo custo na implementação do sistema, apresentado em forma de cartilha (MARTORANO et al., 2017), tais como: argila para fabricação dos potes, água da chuva coletada em calhas instaladas na base do telhado, dependendo da disponibilidade e interesse no controle do fluxo hídrico. Instalou-se higrômetro para contabilizar toda a água que abastece os potes, sendo o reabastecimento dos potes realizado por um sistema totalmente mecânico, apontando economia de energia na manutenção da oferta hídrica às plantas, conduzindo a água por força gravitacional até o sistema de entrada de água, controlado por boias instaladas na tampa dos potes (Figura 2).

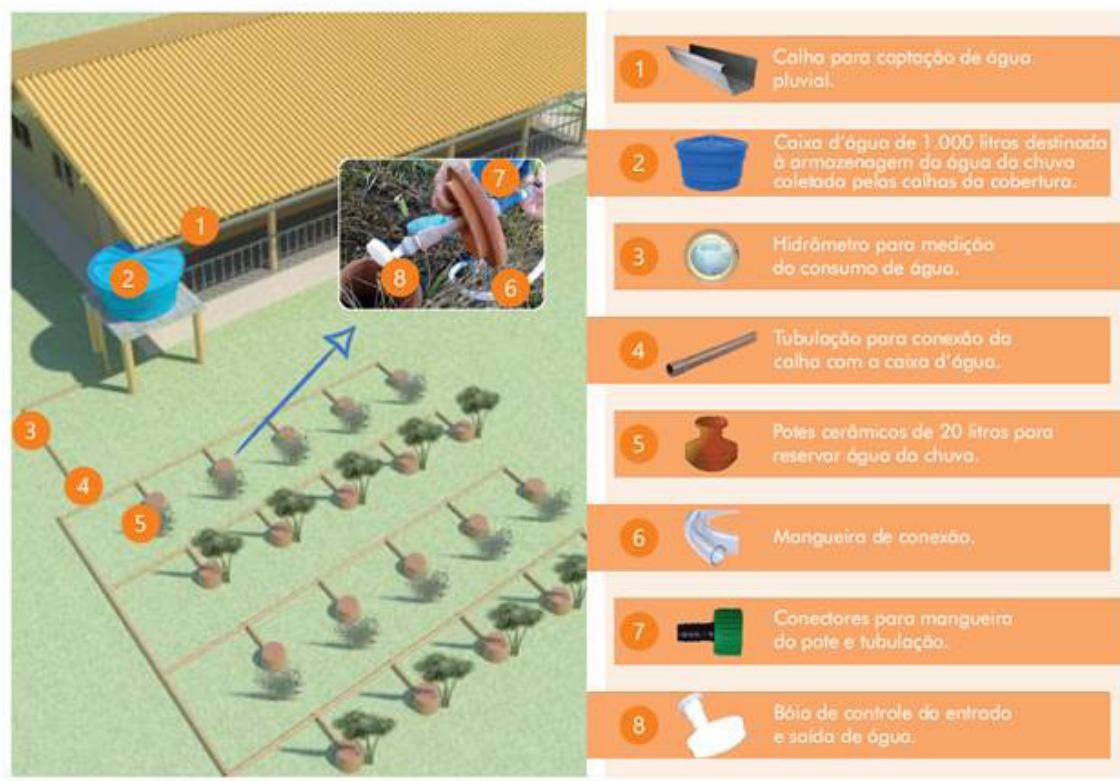


Figura 2: Diagrama esquemático do sistema IrrigaPote, no Brasil.

Metodologias como avaliação da eficiência do uso da água, calculando-se o rendimento obtido (kg) por água utilizada pelas culturas instaladas na Unidade Demonstrativa (UD) vem sendo analisadas. Para obter a percepção dos agricultores são aplicados métodos participativos visando obter informações das adicionalidades econômicas, sociais e ambientais, a partir da instalação do Projeto na propriedade rural na comunidade de Lavras, em Santarém.

Instalação de um ensaio em área da Embrapa Amazônia Oriental em Belém, demandaram informações sobre o projeto que foram repassadas em forma de palestras, mini-cursos e entrevistas (EMBRAPA, 2017, GLOBO RURAL, 2017). A seca prolongada de agosto de 2015 até janeiro de 2016 (forte *El Niño*), intensificou a demanda por soluções em irrigação, principalmente pelos pequenos produtores, no oeste do Pará. A indicação de extensionista da Emater (Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Pará) foi fundamental para instalação da UD na comunidade de Lavras. Assim, em 2016 foram transportados de barco para Santarém os potes fabricados em Icoarac. Na Figura 3 é possível observar que o Projeto IrrigaPote foi instalado em uma área de transição climática entre Am_3 e Am_4 , indicando que existe um período seco definido com chuvas abaixo de 60 mm. No cômputo dos estoques de água no solo, os pequenos agricultores enfrentam, anualmente limitações na manutenção da produção, sendo necessário a adoção de estratégias de irrigação. O IrrigaPote, instalado em 2016 na comunidade de Lavras, no município de Santarém, oeste do Pará está com quatro anos de funcionamento, conforme este relato de caso.

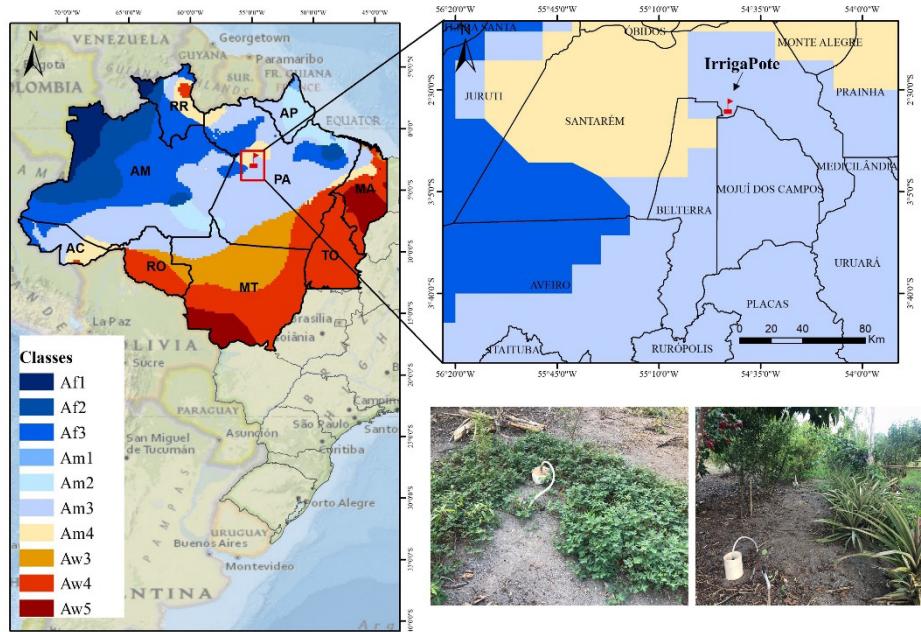


Figura 3: Tipologia climática na Amazônia e indicação do Projeto IrrigaPote como estratégia de reposição hídrica no período seco, no oeste do Pará.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos na UD na comunidade de Lavras, apontaram ganhos em rendimento na produção dos cultivos agrícolas, a partir da instalação do IrrigaPote, na área de produtor familiar de base agroecológica.

Em matérias publicadas em diferentes veículos de comunicação com alta abrangência nacional, o Projeto IrrigaPote ganha visibilidade como uma estratégia de irrigação de baixo custo (GLOBO RURAL, 2017, EMBRAPA, 2017). Produtores de estados como Acre, Tocantins, Amapá e Paraná (SIQUEIRA *et al.*, 2018) têm manifestado interesses pela tecnologia de irrigação com os potes de argila. No oeste do Pará, o interesse também é expressivo por comunitários (Lago Grande, Resex Tapajós-Arapius, Lago do Sapucuá, Boa Esperança, entre outros) para implantação de novas unidades, em áreas de pequenos produtores (MARTORANO *et al.*, 2018).

Com base nos estudos agrometeorológicos, o Projeto na África desenvolveu ações de pesquisa que resultaram em três teses de doutorado. Foram realizados experimentos para comparar a eficiência e eficácia do projeto usando potes de argila com outras técnicas de irrigação indicando a viabilidade técnica e econômica do sistema. Foram criados manuais de instalação, manutenção e utilização do sistema para distribuí-los para mais de 60 famílias de agricultores na Etiópia. Esses resultados encontram-se publicados em revistas em âmbito internacional, indicando a experiência de sucesso na Etiópia, África. Por meio do IrrigaPote, os agricultores conseguiram superar as dificuldades da falta de água em suas plantações, garantindo a produção de frutas e hortaliças (ARAYA *et al.*,

2014, GEBRU *et al.*, 2018).

Na comunidade de Lavras, Santarém, a família parceira no projeto inseriu novas espécies visando otimizar a área com irrigação, diversificando a oferta de produtos em uma área de, aproximadamente 400 m². Antes da instalação do projeto, basicamente o produto mais expressivo economicamente era o mamão (*Carica papaya* L), cultivado em, aproximadamente 01 hectare. Em 2017, cerca de 70 participantes, conheceram o projeto IrrigaPote, no dia de campo em comemoração à semana da produção orgânica, realizada na comunidade de Lavras. Em 2018 foram contabilizadas no livro memória do Projeto 129 visitantes e 108 em 2019. O projeto vem sendo incluído em aulas de campo, visitas técnicas e passeios turísticos evidenciando o compartilhar de conhecimentos à sociedade sobre a irrigação com potes de argila enterrados no solo.

Os ganhos sociais, ambientais e econômicos se ampliaram, tanto pela visibilidade do projeto quanto pela diversificação de produtos. Orientou-se os produtores que seria fundamental utilizar o máximo da área com novas culturas, conforme decisão da família de produtores de base agroecológica. Culturas como acerola (*Malpighia punicifolia* L.), amendoim (*Arachis hypogaea* L.) (*hypogaea*), ata (*Annona squamosa* L.), feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), gergelim (*Sesamum indicum* L.), maxixe (*Cucumis anguria* L.), pimenta de cheiro (*Capiscum* spp.), maracujá (*Passiflora* sp) doce e azedo, tangerina (*Citrus reticulata*), urucum (*Bixa orellana*), abacaxi (*Ananas comosus* L. Merril.), banana (*Musa* spp.), entre outras culturas de ciclo curto que possibilitam mais oportunidades de comercialização. Em períodos prolongados de estiagens, a família consegue garantir a colheita e venda dos produtos nas feiras de orgânicos.

Os resultados obtidos no Projeto IrrigaPote apontam indicadores de melhoria na qualidade de vida dos agricultores. A manutenção dos cultivos com alta produtividade em períodos de escassez de água no solo com a tecnologia IrrigaPote, apresenta-se como indicador de redução do êxodo rural. Na Figura 4 é possível observar visitantes e a diversificação de culturas na área do projeto. Os potes de argila são mantidos com a capacidade máxima de água (20 L) e, o consumo hídrico é regulado pelo processo evapotranspiratório das plantas (ALLEN *et al.*, 1998), para atender a demanda atmosférica.



Figura 4: Exemplo de cultivos na área do projeto IrrigaPote, na comunidade de Lavras, no município de Santarém, oeste do Pará.

As plantas irrigadas pelo sistema vêm garantindo a manutenção da produção de acerola o ano todo, pois no período mais seco do ano (agosto a novembro) a venda tem sido garantida nas feiras de produtos orgânicos, juntamente pela manutenção da oferta hídrica, pela irrigação com os potes de argila. Ao avaliar indicadores, a partir de verbalizações do casal de agricultores e filhos que o Projeto IrrigaPote trouxe benefícios com a oferta hídrica às culturas, usando tecnologia simples e, de fácil adoção. Reforçam que houve aumento na renda familiar, pela diversificação e manutenção semanais das vendas nas feiras de produtos orgânicos, em Santarém. A constante oferta de produtos, vem possibilitando um planejamento anual, principalmente pela venda de frutas como acerola e maracujá doce com preços mais competitivos, no período seco na região. O casal de agricultor de base familiar rural mantém cerca de 20 culturas, em alta produção, incluindo frutíferas e outras culturas de ciclo curto. Em quatro anos do Projeto houve aumentos da ordem de 60% na renda familiar, além de ganhos sociais e ambientais.

Segurança alimentar, polinizadores, qualidade de vida, visitantes, aulas e dias de campo apontam resultados exitosos do Projeto, na comunidade de Lavras. Os resultados apontam que é possível ampliar o número de agricultores com adoção da tecnologia, inclusive usando de diferentes tipos de potes. Além disso, alternativas como a inserção de pequenos tubos (PVC) protetores visam a conservação dos potes para evitar possíveis danos durante o manejo do solo (Figura 5).



Figura 5: Exemplo de potes fabricados para atender novas demandas com IrrigaPote.

Por ser uma estratégia de baixo investimento, vislumbram-se novas oportunidades de oferta de alimentos em épocas secas, inclusive com diversificação de culturas e aumento de produção, em pequenas áreas de cultivos. O armazenamento e reuso de águas pluviais garante o suprimento hídrico mais resiliente, na agricultura. Como o processo é todo mecânico, libera tempo para o agricultor utilizar em outras atividades diárias. Os agricultores poderão se dedicar em atividades como artesanatos, educação formal e lazer. A identificação de polos ceramistas aponta oportunidades de renda à artesões em áreas com interesse de uso da agrotecnologia IrrigaPote.

A segurança hídrica passou a ser uma das metas dos governantes em nível mundial. O impacto social é grande, pois a ampliação do projeto IrrigaPote em comunidades isoladas pode manter cultivos em períodos de estiagens e garantir o alimento às populações mais vulneráveis em períodos de escassez hídrica no solo. A adoção da tecnologia subsidia na avaliação de indicadores de qualidade no uso eficiente de água pela agricultura de base familiar, podendo agregar valor econômico, na forma de pagamento por serviços ambientais (PSA). O uso conservacionista da água agregará inclusive melhorias na oferta de produtos orgânicos, pois a umidade é mantida apenas no solo, disponível à zona das raízes das culturas.

Espera-se ampliar as ações pesquisa-extensão que viabilizem a difusão da tecnologia no uso de águas pluviais com uso de potes de argila enterrados no solo, garantindo a produção agrícola à produtores de base familiar. O interesse de estudantes, extensionistas, produtores rurais, profissionais que trabalham com paisagismo reforçam a experiência exitosa com potes de argila. Vislumbra-se, inclusive a adoção da tecnologia para ampliar e/ou manter áreas verdes em programas de cidades sustentáveis em parques, praças, escolas e comunidades agrícolas.

Alunos do curso de Bacharelado em Farmácia da Universidade Federal do Oeste do Pará (Ufopa) em relatório da visita de campo registram o seguinte:

“Conhecer o Projeto IrrigaPote foi uma experiência que pode ser aplicada na medicina tradicional, pois as plantas medicinais que são regularmente utilizadas pela população local, principalmente por esta não ter a praticidade de ter ao alcance o fácil acesso aos serviços de saúde, tanto em âmbito primário quanto secundário e terciário. Desse modo, esses recursos naturais acabam sendo a única fonte de recurso ao alcance dessas pessoas, no quesito de cura de patologias e/ou alívio de sintomas. Possíveis de serem implantadas em conjunto com outras culturas agrícolas, mantendo sempre uma farmácia viva na propriedade, mesmo em períodos secos”.

Depoimentos de alunos e professor do curso de economia da Ufopa, além do motorista, durante a visita técnica, em 03/07/2019, manifestaram as percepções sobre o projeto IrrigaPote, conforme o texto síntese:

“Compartilhar conhecimentos, empoderamento dos agricultores, qualidade de vida, bem estar no campo, a partir da instalação do Projeto IrrigaPote. O projeto possibilitou aos alunos a possibilidade, na prática, de adoção de tecnologias sustentáveis com os potes de barro. Economia se move quando alguém vende alguma coisa... a aula foi mais do que uma oportunidade de ver no quintal de casa diferentes oportunidades de mercado, mantendo o produtor no campo”.

Após os agradecimentos aos alunos a proprietária (Sra. Cinira Rocha) reforça a satisfação, a partir dos conhecimentos obtidos com a instalação do Projeto IrrigaPote em sua propriedade. Solicita aos alunos divulgarem, mais e mais o Projeto que possibilita, inclusive a venda dos produtos na porta de sua casa”. O esposo, Sr. Luiz Rocha, complementa os ganhos obtidos com o projeto. Reforça, dizendo que a vida familiar melhorou muito, em todos os aspectos, além do financeiro, os ganhos pessoais. Finalizou dizendo que as visitas são muito importantes para divulgação da forma como é a irrigação, pois uma vez aberto a torneira que controla a saída d’água na caixa de armazenamento, o produtor pode ir fazer outra coisa na propriedade, pois o sistema funciona sozinho”.

Em 8/04/2019, alunos do programa de Pós-graduação de Doutorado Interdisciplinar em Sociedade, Natureza e Desenvolvimento (PPGSND), manifestaram as percepções, conforme a síntese na aula de campo das verbalizações dessas experiências:

“Os alunos reforçaram a importância de ver na prática a interdisciplinaridade, as dimensões da sustentabilidade ambiental, social e a econômica. Quanto do conhecimento científico está aplicado nessa tecnologia, expressa de forma simples. Outro aluno comenta que a praticidade, o custo-benefício ao comparar com a irrigação convencional, o sistema além de ser muito prático, possui uma responsabilidade quanto ao uso da água. A conectividade do saber no IrrigaPote pode ser aplicada à diferentes regiões e países. Uma aluna manifesta a alegria em ver a diversidade de cultivos em uma área, relativamente pequena. Um aluno relembra uma fala de um programa de televisão:

onde o menos é mais..., ou seja, atividades simples produzindo muito, sendo o processo IrrigaPote, exatamente como é a proposta do projeto. Os alunos em diferentes formar de explanação, reforçaram a importância da adoção de políticas públicas que beneficiem os produtores rurais, tão esquecidos. Ressaltaram a importância da pesquisa, do fortalecimento de parcerias com o produtor e a promoção dessas oportunidades em compartilhar conhecimentos, como em aulas práticas. Todos os alunos parabenizaram a iniciativa do projeto. Uma ideia nova usando elementos simples que existem na região. O campo, a extensão, a ciência, a academia e a sociedade caminham juntos no IrrigaPote, altamente interdisciplinar.

O proprietário (Sr. Luiz Rocha) faz uma retrospectiva informando que a propriedade ele herdou do pai e criou todos os filhos com o trabalho duro no roçado. A Sra. Cinira Rocha, reforça que o aluno que está se formando deve ser repassado ao homem do campo. As novas experiências ampliam os conhecimentos do casal e os cinco filhos. Por ser uma agricultura de base familiar todos ganham.

4 | CONCLUSÃO

O aumento na renda familiar em decorrência da manutenção da produção orgânica pela irrigação com potes de argila é um forte indicativo de consolidação da agrotecnologia. A estratégia de reuso de água da chuva evidencia que o IrrigaPote apresenta soluções resilientes em cultivos irrigados. Os ganhos nas três dimensões da sustentabilidade (econômico, social e ambiental) potencializa a seleção de indicadores passivos de valoração nas análises para pagamento por serviço ambiental (PSA) prestado com a adoção do sistema proposto pelo de irrigação usando potes de argila enterrados no solo.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento especial ao professor Araya Alemie (PhD), Universidade de Mekelle (Ethiopia), parceiro científico no Projeto (MKTPlace/Embrapa) que foi apropriado como Macroprograma 3/Embrapa (03.15.00.111.00.00). Gratidão à Embrapa Amazônia Oriental pelo incentivo à realização de pesquisas em rede, nacional e internacional. Os sinceros agradecimentos aos agricultores de base familiar (Cinira e Luiz Rocha) pela acolhida, extensivos aos extensionistas da EMATER pelo voto de confiança na indicação da propriedade rural para instalação do Projeto IrrigaPote. Os agradecimentos também expressos aos artesãos, alunos, professores, repórteres e pesquisadores pelo interesse e divulgação do IrrigaPote à sociedade. Reconhecida gratidão ao CNPq pela concessão de bolsa de produtividade científica, consolidando as pesquisas com potes de argila, na Amazônia.

REFERÊNCIAS

ADHIKARY, R.; PAL, A. Clay Pot Irrigation- A Review Study. **Asian Plant Research Journal**, 5(1): 37-42, 2020. (DOI: 10.9734/APRJ/2020/v5i130099).

ALLEN, R., PEREIRA, L.; RAES, D, SMITH, M. **Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements.** Irrigation and Drainage, paper 56, FAO. Rome, Italy. 1998.

ARAYA, A., MARTORANO, L.G.; GIRMA, A., HABTU, S.; KEBEDE, H. AND HADGU, K.M. Comparative efficiency evaluation of different clay pots versus bucket irrigation system under Swiss chard (*Beta vulgaris* subsp. *cicla*) growers' condition in Northern Ethiopia. **Malaysian Journal of Medical and Biological Research**, vol. 1, No. 3, pp.122–127.2014.

BAINBRIDGE, D.A. Buried clay pot irrigation: A little known but very efficient traditional method of Irrigation. **Agricultural Water Management Journal**, 48:79-88. 2001.

BAINBRIDGE, D.A., STEEN, A.; STEEN, B. **Super-efficient irrigation with buried clay pots.** USIU Environmental Studies Program/Canelo Project, San Diego, CA/Elgin, AZ, pp. 5. 1998.

BAINBRIDGE, D.A.; BILL, STEEN, A. **Super-efficient irrigation with buried clay pots.** The Canelo Project, Elgin, AZ; p. 1-10. 2012.

DAKA, A. E. Clay pot sub-surface irrigation as water-saving technology for small-farmer irrigation in Development of a technological package for sustainable use of Dambos by small-scale farmers. PhD Thesis, University of Pretoria, South Africa Chapter 7, 2001. (<http://upetd.up.ac.za>).

DÍAZ, A. GEBLER, L., MAIA, L., MEDINA, L. TRELLES, S. **Buenas prácticas agrícolas para una agricultura más resiliente: lineamientos para orientar la tarea de productores y gobiernos/Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, San José, C.R.: IICA, 2017. 72 p (<https://procitropicos.org.br/documento/agricultura-familiar/>).

EMBRAPA. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. irrigaPote: alternativa de baixo custo para irrigação usando potes de argila. Conheça.** 24/01/17. <http://bit.ly/2jMOhDu>. @embrapa. Disponível em: <https://twitter.com/embrapa/status/826052487568297985>. Acesso em: 10 de jun. 2020.

FOLHA DO PROGRESSO. Dia de campo estimula produção de orgânicos em propriedades rurais de Santarém. Disponível em: <http://www.folhadoprogresso.com.br/dia-de-campo-estimula-producao-de-organicos-em-propriedades-rurais-de-santarem/>. Acesso em: 10 de jun. 2020.

GEBRU, A. A.; ARAYA, A.; HABTU, S.; WOLDE-GEORGIS, T.; TEKA, D.; MARTORANO, L. G. Evaluating water productivity of tomato, pepper and Swiss chard under clay pot and furrow irrigation technologies in semi-arid areas of northern Ethiopia. **Int. J. Water**, v. 12, p. 54-65. 2018.

GLOBO RURAL. **Com baixo custo, potes de argila são usados para irrigar lavouras: Tecnologia simples e de baixo custo vem sendo utilizada como alternativa barata para irrigar lavouras de frutas e hortaliças.** Disponível em:<https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Agricultura/noticia/2017/01/potes-de-argila-sao-usados-na-irrigacao.html>. Acesso em: 10 de jun. 2020.

HUMMELL, B. M. L.; CUTTER, S. L.; EMRICH, C. Social Vulnerability to Natural Hazards in Brazil. **International Journal of Disaster Risk Science**, v. 23, p. 1-12, 2016.

IPCC. (Intergovernmental Panel on Climate Change). **Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaption.** A special report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Field CB, Barros V, Stocker T, Qin D, Dokken D, Ebi K, et al., editors. Cambridge, UK and New York, NY, USA: Cambridge University Press; 2012. 582 p.

IPCC. (Intergovernmental Panel on Climate Change). **Summary for Policymakers**. In: STOCKER, T.F.; QIN, D.; PLATTNER, G.K.; TIGNOR, M.; ALLEN, S.K.; BOSCHUNG, J.; NAUELS, A.; XIA, Y.; BEX, V.; MIDGLEY, P.M. (Eds.), Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, U.K. and New York, NY, USA, 27p, 2013.

MARENGO, J. A.; SOUZA, C. J.R. **Mudanças climáticas: impactos e cenários para a Amazônia**. Articulação dos Povos Indígenas do Brasil. Artigo 19, Conectas, Engajamundo, Greenpeace, Instituto Socioambiental e Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental da USP. Editora / Instituição Alana, 2018.

MARTORANO, L. G.; ARAYA, A.B.; COSTA, D.C.; MARQUES, M.C. BARBOSA, A.; LIMA, R. **Projeto IrrigaPote**. (Cartilha). 7p. 2017. <https://procitropicos.org.br/documento/agricultura-familiar/>

MARTORANO, L.G., ARAYA, A.B., KEBEDE, H., FERREIRA, H. Use of efficient, low cost and climate smart irrigation technology under home garden vegetable growers condition in Ethiopia In: EcoSummit, Montpellier, France, (P1.078). 2016.

MARTORANO, L.G.; ARAYA, A.B.; MORAES, J. R. S. C. DE.; LIMA, A. R. DA S.; COSTA, D.C.; BARBOSA, A. M.S.; MARQUES, M.C. **Water Replenishment in Agricultural Soils: Dissemination of the IrrigaPot Technology**. Cap. 5. 2018. Doi 10.5772/intechopen.80605.

NAMARA, R.; UPADHYAY, B.; AND NAGAR K. **Adoption and Impacts of Micro Irrigation Technologies: Empirical Results from Selected Localities of Maharashtra and Gujarat States of India**” vol. 93, IWMI, 2005.

NOBRE, C.A.; SAMPAIO, G.; BORMA, L.S.; CASTILLA-RUBIO, J.C.; SILVA, J.S.; CARDOSO, M. Land-use and climate change risks in the Amazon and the need of a novel sustainable development paradigm. **P Natl Acad Sci USA**, 113 (39), 10759-10768, 2016. <https://doi.org/10.1073/pnas.1605516113>.

OKALEBO, J.A.; HOME, P.G.; LENGA, F. K. **Pitcher irrigation: a new irrigation technique to curb the effects of salinization**. In: Proceedings of the 7th Conference of the Society of Agricultural Engineers on Engineering the Economy, Jomo Kenyatta University of Agriculture and Technology, Nairobi, Kenya, p. 15–21, 1995.

PECILLO, M. The concept of resilience in OSH management: a review of approaches. **Int. J.B. Occup Saf Ergon.** 2016. April 2;22(2):291–300. doi: 10.1080/10803548.2015.1126142.

SIQUEIRA, A.P. S.; MARTORANO, L.G.; MORAES, J. R. S. C.; SIQUEIRA, T.T.S.; SILVA, T. M.G. GROSSI-MILANI, R. **Irrigapote**: Aprendizagem coletiva na utilização de tecnologia de irrigação sustentável. Revista Educação Ambiental em Ação. Número 64, Ano XVII. Junho-Agosto. 2018 <http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=3229>.

SMITH, K.R.; WOODWARD, A.; CAMPBELL-LENDRUM, D.; CHADEE, DD.; HONDA, Y.; LIU, Q.; et al. Human health: impacts, adaptation, and co-benefits In: Field CB, BARROS, V.; DOKKEN, D.; MACH, K.; MASTRANDREA, M.; BILIR, T.; et al., (editors). Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability Part A: Global and Sectoral Aspects Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK and New York, USA: Cambridge University Press; p. 709–54, 2014.

TSEGAY, WOLDE-GEORGIS. **Testing the use of clay pots sub-surface irrigation methods for dry land farming in Atebes, Ethiopia**. Progress Report to the directors of Conservation, Food & Health Foundation. Consortium for Capacity Building, Univ. of Colorado, Boulder. 2010.

VASUDEVAN, P.; DASTIDAR, G.; THAPLIYAL, A. AND SEN, K. **Pitcher or clay pot Irrigation for water conservation**. In proceedings of the International Conference on Mechanical Engineering, Dhaka, Bangladesh, 2007.

VILLA, P.M.; MARTINS, S.V.; OLIVEIRA NETO, S.N.; RODRIGUES, A.C.; MARTORANO, L.; DELGADO, L.; CANCIO, N.M.; GASTAUER, M. Intensification of shifting cultivation reduces forest resilience in the northern Amazon. **For. Ecol. Manag.** 430, 312–320. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.08.014>.

VON, WESTARP, S.; CHIENG, S.; SCHREIER, H.; “A comparison between low-cost drips Irrigation, conventional drip irrigation, and hand watering in Nepal” Agricultural Water Management, 64 th, vol.2, pp.143-160, 2004.

AVALIAÇÃO DA DESTINAÇÃO FINAL DO ESGOTO DOMÉSTICO NA REGIÃO ALTA DA BACIA HIDROGÁFICA DO RIO SANTA MARIA DA VITÓRIA – ES / BRASIL

Data de aceite: 03/08/2020

Charles Moura Netto

Faculdade da Região Serrana/FARESE
<http://lattes.cnpq.br/0009147551556110>

Sandra Maria Guisse

Faculdade da Região Serrana/FARESE
<http://lattes.cnpq.br/2551974735327066>

Leandro José Schaffer

Faculdade da Região Serrana/FARESE
<http://lattes.cnpq.br/6680765520232998>

RESUMO: O lançamento inadequado do esgoto doméstico é um problema preocupante em todo o mundo, devido ao risco de contaminação e proliferação de doenças. Sendo a qualidade ambiental imprescindível ao bem-estar e a saúde humana. Grande parte da concentração dessa problemática está localizada na zona rural pela deficiência na coleta e falta de conscientização de seus moradores. O presente artigo descreve o cenário da destinação do esgoto doméstico provenientes da região predominantemente em zona rural, pertencente a bacia do rio Santa Maria da Vitória e verifica a realidade atual, quanto às formas de destinação, a preocupação dos moradores das localidades de estudo e sua

capacitação quanto a destinação, os impactos gerados e os riscos de contaminação. Este estudo teve como objetivo principal avaliar as formas da destinação final do esgoto sanitário na parte alta da bacia do rio Santa Maria da Vitória, ES Brasil. De acordo com o cálculo amostral, o número de questionários que representam a população em estudo foi igual a trezentos e oitenta e seis questionários semiestruturados com questões de múltipla escolha e discursivas, em forma de entrevistas, por meio de visita domiciliar distribuídos de forma proporcional a população, nas 21 comunidades da região. Os resultados indicam que os moradores realizam predominantemente a destinação do esgoto doméstico em fossas negras, lançamento em valões e córregos. Observou-se que o pouco de domicílios que possuem fossa filtro só a obtém, por serem produtores orgânicos ou por terem sido contemplados por este sistema a partir do incentivo da Prefeitura do município de Santa Maria de Jetibá, apenas na comunidade Alto Santa Maria. Em relação à percepção ambiental dos habitantes nota-se o desconhecimento dos riscos de contaminação e dos impactos causados pelo método mais utilizado “fossa negra” além da deficiência na conscientização da população da zona rural quanto a importância da destinação adequada do esgoto doméstico.

Conclui-se que se devem promover incentivo e capacitação dos habitantes, principalmente a aplicação de programas de educação ambiental quanto a destinação do esgoto doméstico, para melhorias como o aumento do sistema adequado, por toda a região.

PALAVRAS-CHAVE: Esgoto doméstico, Impacto Ambiental, Área Rural.

ABSTRACT: Improper launching of domestic sewage is a worrying problem all over the world, due to the risk of contamination and proliferation of diseases. Being the environmental quality indispensable to human well-being and health. Much of the concentration of this problem is located in the rural area due to the deficiency in the collection and lack of awareness of its residents. This article describes the scenario of the destination of domestic sewage from the region predominantly in rural areas, belonging to the Rio Santa Maria da Vitória basin and verifies the current reality, regarding the forms of destination, the concern of Residents of the study localities and their qualification as to the destination, the impacts generated and the risks of contamination. In this context, the main objective of this study was to evaluate the forms of final disposal of sanitary sewage in the upper part of the Santa Maria da Vitória river basin, ES Brazil. We applied (386) 386 questionnaires Semi-structured with multiple-choice and discursive questions, in the form of interviews, through home visits, proportionally distributed to the population, in the 21 communities of the region. The results indicate that the residents predominantly perform the disposal of domestic sewage in black pits, launching in valons and streams. It was observed that the little of households that have a filter pit only obtains it, because they are organic producers or because they have been contemned by this system by the city Hall of Santa Maria de Jetibá only in the Alto Santa Maria Community. Regarding the environmental perception of the inhabitants of the region, we note the lack of knowledge of the risks of contamination and the impacts caused by the most used method "black fossa" and note a great deficiency in the awareness of the population of the rural area as to Importance of proper disposal of domestic sewage. It is concluded that the incentive and empowerment of the inhabitants should be promoted, mainly Implementation of environmental education implementation programs for the disposal of domestic sewage, for improvements such as the increase of the appropriate system throughout the region.

KEYWORDS: Domestic sewage, Environmental Impact, Rural Area.

INTRODUÇÃO

Saneamento Ambiental é o conjunto de ações socioeconômicas que visam preservar ou modificar as condições do meio ambiente com a finalidade de melhorar a qualidade de vida da população e a produtividade do indivíduo, prevenirem doenças, promover a saúde e facilitar a atividade econômica da população tanto urbana quanto rural (BRASIL, 2007). Tais ações são expressas por meio do saneamento básico, um direto assegurado no Brasil pela Constituição Federal e definido pela Lei nº. 11.445/2007 como o conjunto dos serviços, infraestrutura e Instalações operacionais de abastecimento de água,

esgotamento sanitário, limpeza e drenagem urbana, manejos de resíduos sólidos e de águas pluviais. (BRASIL, 2007).

Em relação às atividades de saneamento no Brasil, Daltro Filho e Santos (2001) destacam que estas têm sido mais sentidas nos centros urbanos. Muito pouco tem sido feito de saneamento no meio rural. Essa afirmação é comprovada pelos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2011) que apontaram que, apenas 24% da população brasileira residente em áreas rurais tem acesso a esgotamento sanitário.

Conforme Damazio (2016), no meio rural brasileiro e em cidades de pequeno porte e baixa densidade populacional, locais em que as residências ficam distantes umas das outras, é comum a adoção de tecnologias de tratamento do esgoto domésticos mais viáveis com sistemas individuais e simples, onde técnicas urbanas de saneamento quase nunca são apropriadas. Dentre as tecnologias usadas para a destinação final do esgoto no meio rural, destaca-se o uso da fossa séptica e de fossas negras, sendo esta última uma forma inadequada de destinação final do esgoto doméstico, tendo em vista que esta tecnologia favorece o contato direto do resíduo com o solo e, consequentemente, sua infiltração através deste, podendo levar a contaminação da água subterrânea existente nesses locais.

Também são formas de destinação final dada ao esgoto doméstico nas áreas rurais do país o lançamento em cursos d'água ou diretamente no solo a céu aberto, o que contabilizado juntamente com a deposição dos dejetos em fossas negras, corresponde a 61,27% da destinação final dada ao esgoto doméstico pelos domicílios das áreas rurais (IBGE, 2015). Essa estatística evidencia uma realidade muito preocupante, tendo em vista que a destinação inadequada do esgoto doméstico está diretamente relacionada com a contaminação da água consumida pelos habitantes da zona rural, o que torna muito frequentes doenças transmitidas pela água contaminada como verminoses, diarréia, hepatite A e cólera (DAMAZIO, 2016).

Biolchi et al. (2015) buscaram avaliar a ocorrência de parasitos intestinais em estudantes entre 7 a 14 anos de idade residentes de zonas rurais e urbanas do município de Campos Novos, Santa Catarina, Brasil. Os resultados da pesquisa mostraram que, 24 (58,5%) e 21 (30,9%) amostras de estudantes da zona rural e urbana, respectivamente, apresentaram parasitos, indicando uma elevada prevalência de parasitos na área rural. Além disso, concluiu-se que as condições sanitárias entre as zonas rurais e urbanas são bastante distintas, o que pode contribuir nas diferenças entre o número de estudantes infectados por parasitos. Conforme os autores, os dados obtidos no estudo sugerem uma prevalência mais elevada de parasitoses em estudantes da zona rural e o incremento das condições sanitárias nas áreas rurais se faz necessário para reduzir o parasitismo nesta população.

Damázio, Soares e Souza (2016), em estudo realizado para a localidade rural de Santa Maria, município de São Mateus, Espírito Santo, analisaram a prevalência de

parasitos intestinais veiculados por água contaminada em estudantes frequentadores de uma escola da área estudada. Os resultados demonstraram um elevado número de indivíduos contaminados por protozoários, sugerindo contaminação por água não tratada, situação bastante comum em áreas rurais. Além disso, indivíduos com faixas etárias mais baixas foram os mais contaminados, indicando maior exposição aos agentes infecciosos e menor conhecimento sobre processos de contaminação. Os autores também concluíram que a contaminação por Ancilostomídeo, *E. coli* e *G. lamblia*, parasitos mais prevalentes no estudo, refletiu a deficiência na qualidade da água consumida e o maior contato com solo contaminado, condições muito frequentes em zonas rurais.

É possível notar em relação aos estudos citados no parágrafo 5 e 6, a importância da avaliação do destino do esgoto doméstico, visto que saneamento está ligado diretamente com salubridade e qualidade de vida. A carência de informações das condições de saneamento em área rural, tornam-se um problema junto com a dificuldade para a coleta de dados do meio rural, que distanciam está população das condições mínimas de segurança para a saúde. Pois buscar uma resposta para este problema, este trabalho se torna imprescindível para adotar melhorias onde se encontra deficiência de informações que asseguram a qualidade, ambiental, econômica e social.

Diante do exposto, essa pesquisa tem a sua relevância por levantar dados sobre as condições de vida e a qualidade do saneamento nas áreas rurais da região do Alto Santa Maria da Vitória, auxiliando no diagnóstico da realidade no campo o que subsidia a formulação de políticas públicas que venham promover melhorias para a população local e também para toda a bacia hidrográfica do rio Santa Maria da Vitória, que constitui um dos dois principais mananciais de abastecimento de água para a Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV) e municípios serranos que a compõem.

OBJETIVOS

Este estudo teve como objetivo principal avaliar as formas da destinação final do esgoto sanitário na parte alta da bacia do rio Santa Maria da Vitória, ES Brasil. avaliou o grau de percepção e conhecimentos dos habitantes sobre os impactos da destinação inadequada do esgoto doméstico e correlacionando os métodos inadequados de lançamento do esgoto doméstico, com o uso de agua subterrânea na localidade em estudo.

METODOLOGIA

A bacia hidrográfica do Rio Santa Maria da Vitória situa se na região Centro-Sul do Estado do Espírito Santo. “Possui uma área de drenagem de aproximadamente 1.876 km²”, abrangendo todo o município de Santa Maria de Jetibá e parte dos municípios de

Cariacica, Santa Leopoldina, Serra e Vitória (AGERH, 2017). O Rio Santa Maria da Vitória tem um percurso aproximado de 95 km, nascendo na Serra do Garrafão, em Santa Maria de Jetibá, nas divisas com o Município de Domingos Martins, em altitude máxima de aproximadamente 1.300 metros e desaguando na Baía de Vitória .

Para fim de um melhor gerenciamento, a Agência Estadual de Recursos Hídricos (AGERH) dividiu a bacia em três unidades territoriais considerou uma divisão em microescala, identificando três compartimentos para as Regiões Hidrográficas dos Rios Santa Maria da Vitória: trechos Alto, Médio e Baixo, no entanto, conforme apresentado pela figura 1, apresenta somente o trecho Alto da Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria.

Para este estudo, foi considerado a Unidade Alto Santa Maria da Vitória (ASMV). Esta Unidade está inserida na porção alta da bacia Santa Maria da Vitoria. Ela é composta por aproximadamente 13 mil habitantes (SECSAU, 2018). Pode-se destacar dentre as comunidades que fazem parte da unidade territorial em estudo, a comunidade de São Bento, na qual abriga a nascente do rio Santa Maria da Vitória. A região é formada por um conjunto de sub bacias e referênciada por 21 comunidades rurais do município de Santa Maria de Jetibá, sendo estas: Alto Rio Lamego, Rio Taquara, Alto Santa Maria, Garrafão, São João do Garrafão, São Bento, Rio Taquara, Rio do Queijo, Rio Possmoser, Barracão, Rio Veadinho, Rio Parasita, Rio Plantoja, Alto Rio Plantoja, Rio Cristal, Barra do Rio Claro, Alto Rio Triunfo, Barra do Rio Possmoser, Rio Lamego, Rio Sabino, Córrego Simão.

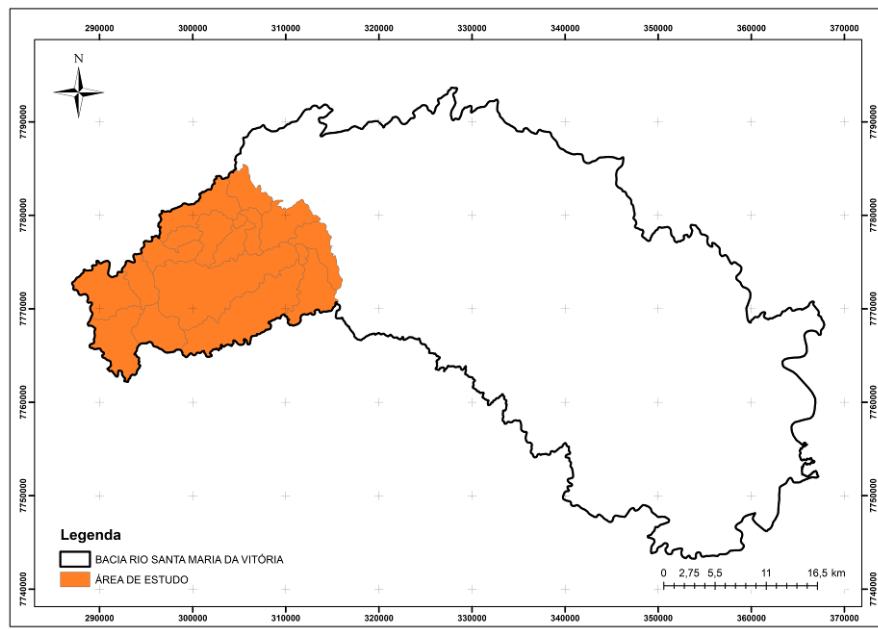


FIGURA 1: Mapa da Bacia do Rio Santa Maria – Trecho Alto.

Fonte: Os Autores, 2018

Conforme descrição do quadro “Unidades de Planejamento das Regiões Hidrográficas dos Rios Santa Maria da Vitória e Jucu”,. p. 26, do documento “Elaboração de Projeto Executivo para Enquadramento dos Corpos de Água em Classes e Plano de Bacia para

os Rios Santa Maria da Vitória e Jucu”, a Região (ASMV) possui área de 361,05 (km²). E o quadro “Demandas consultivas de água superficial (m³ano) na RHSMV”, no mesmo documento, p. 82, descreve que uso do solo predominantemente rural e Demandas consuntivas de água superficial para Criação Animal 42%, Abastecimento Público 11%, Irrigação 47% (m³ano) na Região Hidrográfica Santa Maria da Vitória (RHSMV).

A densidade demográfica é de 46,46 hab/km². O PIB per capita está em torno de 26.643,92 reais (IBGE, 2015). [...] uso do solo expõe o grau de pressão antrópica sobre os recursos hídricos ocorrentes nas Unidades de Planejamentos (UP’s) das Região Hidrográficas (RH’s) dos rios Jucu e Santa Maria da Vitória. A espacialização das áreas antropizadas e das formações vegetais nativas serviram como base para esta avaliação, uma vez que influenciam na disponibilidade e qualidade da água. (AGERH-ES, 2016).

A região Alta Santa Maria da Vitória, apresenta os maiores percentuais de áreas agrícolas da bacia. A ocupação do solo se distribui em grande parte com cultura agrícola 27%, silvicultura e cultura perene 25%, afloramento rochoso 5% e área florestal 43%. Conforme o gráfico da unidade de planejamentos dos diferentes tipos de uso e cobertura do solo presentes nas RH’s foi realizado com dados fornecidos pelo Geobases, Sistema Integrado de Bases Geoespaciais do Estado do Espírito Santo - Instituto Jones dos Santos Neves (AGERH, 2017)

A pesquisa é classificada como quantitativa, de cunho exploratório utilizando uma pesquisa de campo. Os dados foram coletados a partir de um questionário semiestruturado que foi utilizado como base para as entrevistas, composto por questões de múltipla escolha e discursivas. O período de coleta de dados ocorreu durante os meses de agosto a outubro, percorrido no total de 2630 km, aplicando-se os questionários diretamente nas residências., Levantou se os dados em relação aos meios de destinação final do esgoto doméstico e de captação de água para uso e consumo nos domicílios, contemplando também a percepção dos pesquisados sobre os impactos da fossa negra, sua possível relação com doenças, danos ao meio ambiente e se se zona rural precisa de tratamento de esgoto.

Os questionários foram aplicados em todas as comunidades que compõem a Região Alta Santa Maria da Vitória. Para identificação das comunidades que compõe a região estudada, foi utilizado o Enquadramento de Corpos de Água e Planos de Recursos Hídricos do Rio Santa Maria da Vitória e Jucu,(AGERH-ES) e o Software I3GEO.

A população total da região foi quantificada a partir do cadastro de habitantes junto as unidades de saúde do Município de Santa Maria de Jetibá. Para determinar o número de questionários a serem aplicados, utilizou-se a metodologia proposta por Vieira (2011), que determina a quantidade amostral para obter uma representatividade da população, pois de acordo com a autora, a qualidade de uma estimativa depende, em muito, do número de unidades que compõe a amostra. O tamanho da amostra foi determinado de acordo com a equação 1.

$$n = \frac{N \cdot z^2 \cdot p \cdot (1-p)}{(N-1)e^2 + z^2 \cdot p \cdot (1-p)}$$

equação (1)

Em que n = tamanho da amostra; N = tamanho da população; z = abscissa da normal padrão; p = proporção populacional que pertence a categoria de interesse; $1-p$ = proporção populacional que não pertence a categoria de interesse; e = margem de erro.

A precisão estatística adotada para o cálculo do tamanho amostral foi de 5%, o que equivale a dizer que, o intervalo de confiança admitido é de 95%. Partindo destes pressupostos e, utilizando a distribuição normal padrão, infere-se que o valor tabelado é de 1,96. Como a população total da área de estudo é conhecida, = 12901 habitantes, aplicou-se esse fator de correção ao cálculo do tamanho amostral. Como as proporções populacionais de indivíduos que pertencem a categoria de interesse (p) e que não pertencem a categoria de interesse ($1-p$) não são conhecidas, adotaram-se os valores 0,5 e 0,5 para cada uma, conforme recomendação de Fonseca e Martins (1996).

Para a análise da significância estatística das amostras, aplicou-se aos dados obtidos o teste Qui-quadrado para independência e conforme este foram testadas as hipóteses:

H_0 = os grupos testados são independentes;

H_1 = os grupos testados não são independentes.

Um valor-p foi considerado estatisticamente significativo quando menor que 0,05 (p -valor < 0,05), isto é, para um valor-p menos que o nível de significância rejeitamos a hipótese H_0 de independência dos grupos. Todos os dados foram tabulados em planilha eletrônica para análise e processamento. Os gráficos também foram gerados através de planilha eletrônica e as análises estatísticas forma realizadas a um nível de 95% de confiança.

RESULTADOS

No período de agosto a outubro de 2018 foi realizada a aplicação dos questionários para coleta de dados referentes à destinação final do esgoto doméstico nas 21 comunidades que constituem a Unidade de Planejamento Alto Santa Maria da Vitória. A pesquisa foi do tipo amostral e, conforme o cálculo do tamanho amostral, foram aplicados 386 questionários de forma proporcional à população residente em cada comunidade para que fosse possível constituir uma amostra representativa da realidade da área de estudo.

A média de idade da amostra foi de $38,8 \pm 3,5$ anos, variando de 15 a 83 anos. A maioria (53%) dos entrevistados é formada por mulheres, como pode ser observado na Figura 2.

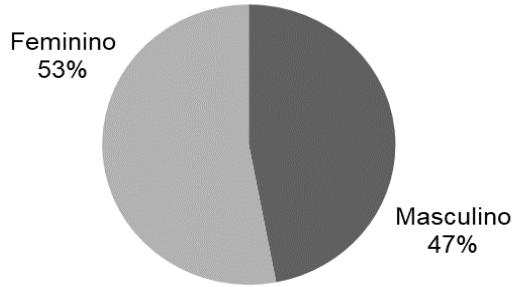


FIGURA 2 - Composição da amostra populacional entrevistada em relação ao sexo.

Fonte: Os autores, 2018

Quanto à escolaridade, as pessoas com escolaridade formal atingindo o ensino fundamental séries iniciais (1 a 4^a série) e finais (5^a a 8^a série) representavam, 51% e 26%, respectivamente (Figura 3) e, consequentemente, correspondem à maioria dos entrevistados.

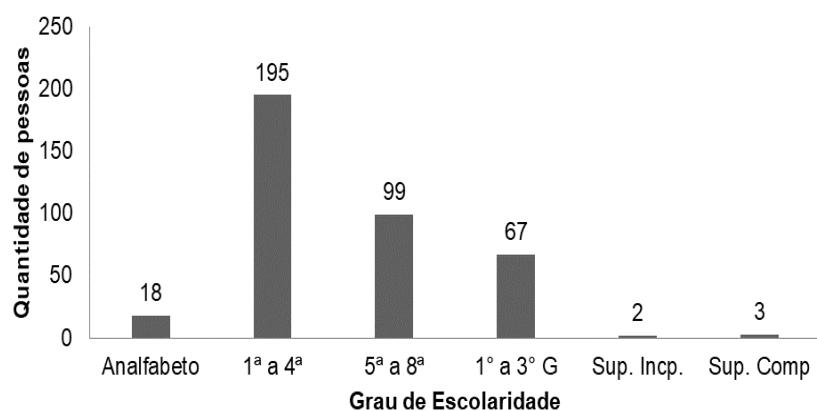


FIGURA 3 - Grau de escolaridade dos entrevistados

Fonte: Os autores, 2018.

Quando questionados sobre a destinação dada ao esgoto doméstico de suas residências (Figura 4), 78% dos entrevistados, a grande maioria dos indivíduos que compõem a amostra, disseram que, este é lançado em fossa negra, 9% destinam à fossas filtro, 7% lançam diretamente no córrego, 4% destinam em valões e 2% possuem fossa impermeável. Resultado semelhante foi encontrado por Borga et al. (2018), em estudo realizado para o município de Caçador, SC, em que os autores analisaram o perfil da atual destinação de efluentes sanitários no interior do município. Conforme os resultados encontrados, a maioria das residências, 45,3%, destinam seus efluentes à fossas rudimentares (negras), enquanto que 28,3% destinam à fossas sépticas, 7% adotam “soluções” como valões e despejo em cursos d’água enquanto que, 13,6% disseram não dispor de nenhuma solução. Segundo Damazio (2016), a realidade apontada pelos dados,

isto é, o uso de fossas para a destinação dos dejetos, é comum em áreas rurais, visto que nestes locais há uma dificuldade de acesso ao saneamento básico.

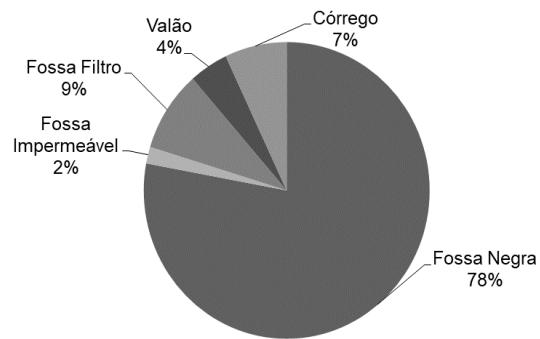
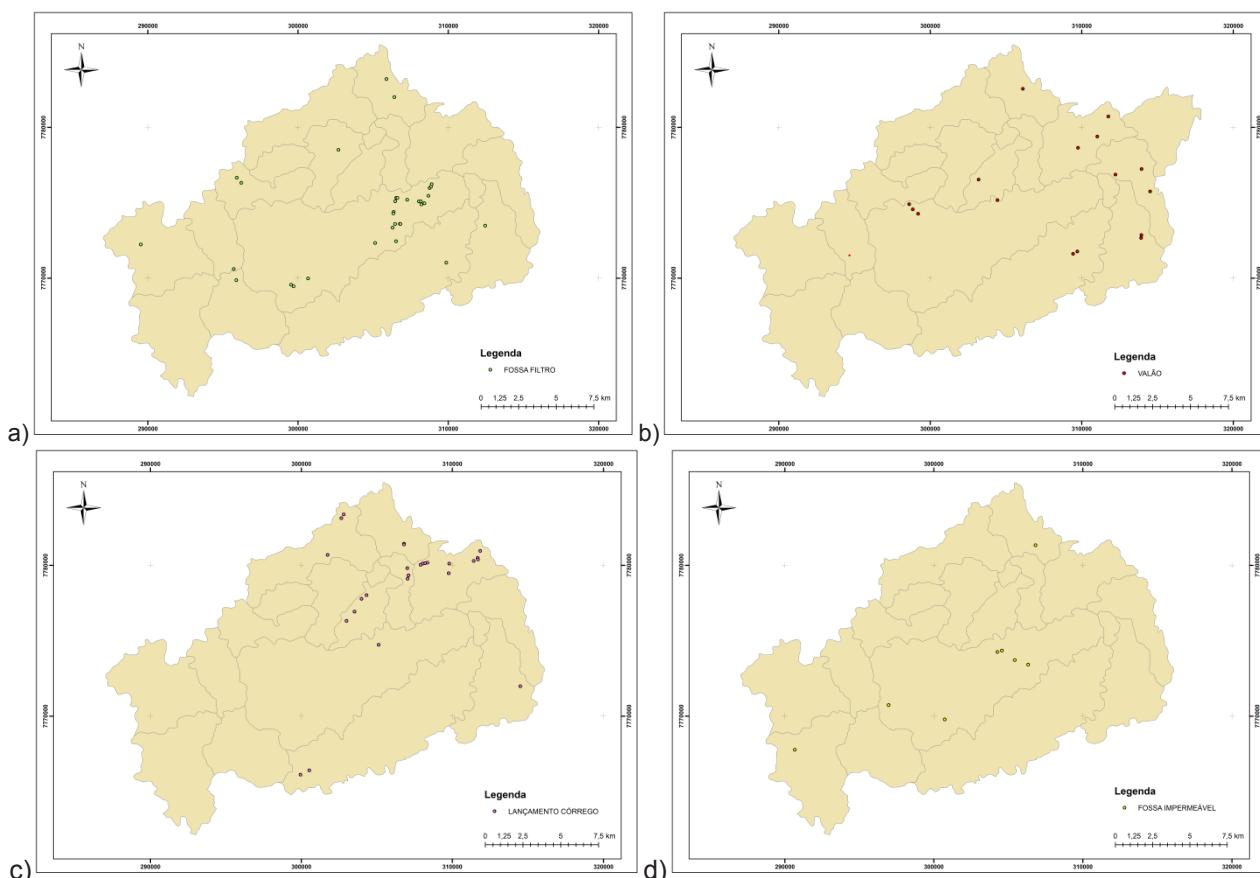


FIGURA 4 - Destinação dada ao esgoto sanitário na região de estudo.

Fonte: Os autores, 2018.

A Figura 5 apresenta a espacialização dos dados obtidos referente as formas de destinação final do esgoto doméstico na região em estudo. Nota-se que a destinação em fossas negras ocorre em toda região, de maneira homogênea, sem destaque para uma comunidade em específico. O destaque que se tem nessa espacialização é a comunidade Alto Santa Maria, onde concentram-se as fossas filtro como forma de destinação final para o esgoto doméstico. Isso se deve ao plano piloto realizado pela prefeitura, junto aos produtores rurais orgânicos nesta comunidade para implantação dessa tecnologia de tratamento de esgoto.



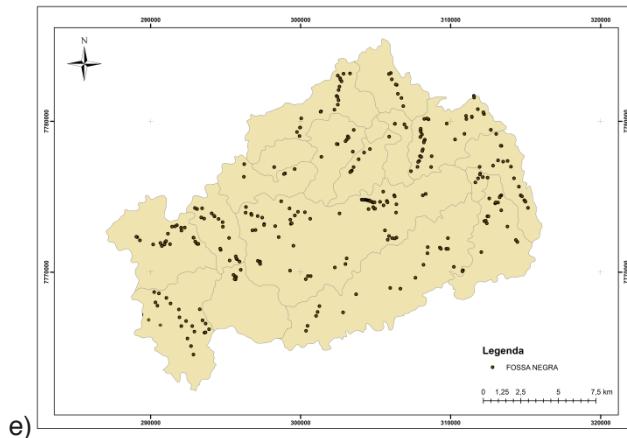


FIGURA 5 – Espacialização dos pontos referentes a cada tipo de destinação final do esgoto doméstico

(a) Lançamento em Fossa Filtro; (b) Lançamento em valão; (c) Lançamento em Córrego; (d) Lançamento em Fossa Impermeável; (e) Lançamento em Fossa Negra. Todos os questionários foram georeferênciados com as coordenadas geográficas do ponto de cada entrevista. Encontra-se para consulta online indicada em Referências.

Fonte: Os autores, 2018.

Ao avaliar a origem da água utilizada nas residências (Figura 6), apenas 1% dos entrevistados tem acesso a água tratada e distribuída pela Companhia Espírito-Santense de Saneamento (CESAN), 29% utilizam água oriunda de nascentes e 70% de poço (ou cacimba, como também é chamada). Esses resultados evidenciam que, 99% das residências entrevistadas utilizam água de origem subterrânea, o que, ao ser comparado com resultados obtidos para destinação final do esgoto sanitário, revela uma situação preocupante, visto que, devido à baixa eficiência destes sistemas de tratamento em relação à remoção de produtos orgânicos e inorgânicos, o lençol freático subterrâneo pode ser contaminado através da introdução de carga orgânica, íons, e microrganismos nocivos. Desta forma, Brum et al. (2016) destacam a importância do controle microbiológico das fontes de água subterrânea (nascentes e poços, neste caso), tendo em vista que muitas parasitoses têm veiculação hídrica e que essas fontes abastecem a maioria absoluta da população em estudo, residente em uma região desprovida de saneamento básico.

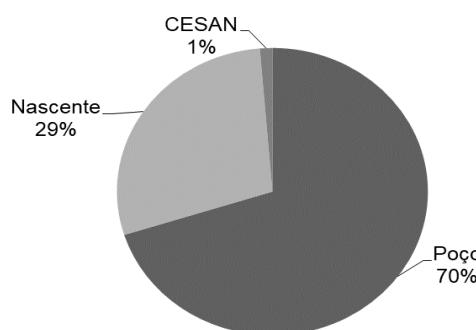


FIGURA 6 - Origem da água utilizada nas residências da área de estudo.

Fonte: Os autores, 2018.

Questionou-se aos entrevistados se eles classificavam a forma de destinação dada ao seu esgoto sanitário como correta. Dos entrevistados, 74% classificam sua forma de destinação do esgoto sanitário como correta, mesmo que a grande maioria lança seu esgoto em fossas negras, valões e córrego. Deste modo é possível verificar o desconhecimento pelos habitantes sobre a correta forma da destinação do esgoto doméstico. A educação e a percepção ambiental despontam como ferramentas na defesa do meio natural, e ajudam a reaproximar o homem da natureza, garantindo um futuro com mais qualidade de vida para todos. Neste caminho o estudo da percepção ambiental é de fundamental importância de se compreender melhor as inter-relações entre o homem e o ambiente, suas expectativas, anseios, satisfações e insatisfações, julgamentos e condutas (FERNANDES et al., 2002).

Indagados se possuíam, em suas propriedades, nascentes ou cursos d'água. Apenas 7% não possuem e 93% possuem essas fontes em suas propriedades. Entre os 93% dos entrevistados que possuem nascentes ou cursos d'água em suas propriedades, 62% lançam seus efluentes em fossas negras e classificam esta forma de destinação como correta, deixando evidente a necessidade de um trabalho de conscientização aos moradores da localidade em estudo enfatizando como gerenciar corretamente o esgoto de suas residências, além da necessidade de se buscar alternativas para o descarte e tratamento dos efluentes gerados de forma a impedir, ou ao menos, diminuir a contaminação das fontes hídricas em questão.

Confirmando a necessidade do trabalho de conscientização dos entrevistados, a Figura 7 apresenta os resultados do questionamento de participação em algum curso para capacitação quanto a destinação correta do esgoto gerado. Dentre os entrevistados, apenas 13% participaram de alguma capacitação o que demonstra também uma fragilidade por parte do poder público quanto a iniciativas para melhorar o saneamento básico da zona rural do município.

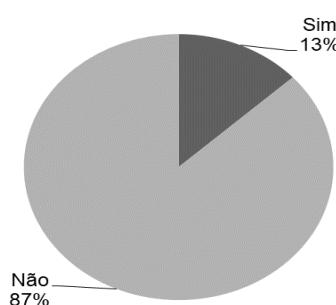


FIGURA 7 - Participação em algum curso para capacitação quanto a destinação correta do esgoto gerado.

Fonte: Os autores, 2018.

Ao serem perguntados se sentem seguros com a atual destinação que dão ao esgoto gerado por sua residência, 67% dos entrevistaram responderam que sim, se sentem seguros e 33% disseram que não possuem segurança no atual método que utilizam. Dentre os 67% dos respondentes que se sentem seguros com o atual método que utilizam 54,66% representam moradores que utilizam como forma de destinação final de seu esgoto a fossa negra o que é um dado muito preocupante tendo em vista que, caso não haja contrapartida por parte do poder público para conscientização e capacitação da população rural quanto às formas corretas de destinação de efluentes domésticos, o meio ambiente continuará a sofrer degradação por negligência por parte dos responsáveis pela elaboração e aplicação de políticas públicas voltadas ao saneamento.

Em relação ao lançamento do esgoto em fossas negras, , 65% dos entrevistados acreditam que esta forma de destinação final do efluente não causa doenças e 62% disseram que não causa danos ao meio Ambiente. Esses resultados são justificados pela falta de informação que os moradores da região têm em relação ao descarte adequado do esgoto doméstico, visto que, na concepção destes, o fato do esgoto ser depositado em um local coberto, mesmo que não impermeabilizado, acaba com os problemas que este poderia vir a gerar se fosse lançado a céu aberto ou em córregos, não tendo a consciência de que, descartado desta forma, o esgoto infiltra no solo, poluindo este recurso, assim como pode alcançar o lençol freático e contaminar a água.

Quando perguntados se acham que a zona rural necessita de tratamento para o esgoto gerado, a maioria dos entrevistados, 66%, disseram que é necessário. Porém, os 34% que disseram não haver necessidade de tratamento de esgoto para a zona rural justificaram seu ponto de vista baseados na afirmativa de que, a geração e descarte de esgoto na zona rural é caracterizada por apresentar pontos dispersos, isto é, uma residência é distante da outra. Desta forma, o tratamento não seria necessário tendo em vista que essa dispersão das residências ameniza o problema.

Os resultados do teste Qui quadrado aplicado, foram apresentados nas Tabela 1, onde foram analisados a dependência da idade e das respostas dadas, e na Tabela 2, onde analisou-se a independência entre o grau de escolaridade e as respostas dadas.

Faixa etária	12 A 20	21 A 40	41 A 60	> 60	TESTE
Qual a destinação dada ao esgoto de sua residência?					
Fossa negra	23	159	91	25	
Fossa Impermeável	5	5	2		
Fossa Filtro	4	16	13	1	
Valão	1	7	8	1	0,0600
Córrego	2	13	10	2	

Destinação dada é correta?					
Sim	20	149	90	25	
Não	10	52	33	4	0,3639
Participou de curso?					
Sim	9	18	23	1	0,0011
Não	21	183	101	28	
Se sente seguro com a atual destinação?					
Sim	20	135	84	22	0,8078
Não	10	67	40	7	
Pode causar doença?					
Sim	15	73	40	7	0,1625
Não	15	128	85	22	
Pode causar Danos ao meio ambiente?					
Sim	22	82	33	8	$1,68 \times 10^{-5}$
Não	8	118	90	21	
Zona Rural precisa de Tratamento de esgoto?					
Sim	26	125	85	17	0,0438
Não	4	76	39	12	

TABELA 1 – Teste Qui-quadrado para idade.

Fonte: Os autores, 2018.

Escolaridade	Analfabeto	1 ^a a 4 ^a	5 ^a a 8 ^a	EM	Superior incompleto	Superior completo	TESTE
Qual a destinação dada ao esgoto de sua residência?							
Fossa negra	15	152	82	46	2	2	0.323674648
Fossa Impermeável	0	1	2	3	0	0	Independente
Fossa Filtro	1	13	8	11	0	1	
Valão	0	13	3	1	0	0	
Córrego	2	15	4	6	0	0	
Destinação dada é correta?							
Sim	13	148	78	44	0	1	0.036977047
Não	5	47	21	22	2	2	Dependente
Participou de curso?							
Sim	1	20	9	18	1	2	0.000164286
Não	17	175	90	49	1	1	Dependente
Se sente seguro com a atual destinação?							
Sim	13	133	72	40	0	1	0.108284462
Não	5	63	27	27	2	2	Independente

Pode causar doença?							
Sim	5	54	32	38	2	3	3.82334E-05
Não	13	142	66	30	0	0	Independente
Pode causar Danos ao meio ambiente?							
Sim	6	47	46	42	2	2	5.85681E-08
Não	12	147	53	24	0	1	Independente
Zona Rural precisa de Tratamento de esgoto?							
Sim	11	114	65	57	2	3	0.002321349
Não	7	81	34	10	0	0	Independente

TABELA 2 – Teste Qui-quadrado para nível de escolaridade

Fonte: Os autores, 2018.

CONCLUSÕES

O objetivo desse artigo foi apresentar as formas de destinação final do esgoto doméstico referente à estrutura de saneamento ambiental existente na Região Alta da Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria Da Vitória. Foi verificado que o lançamento em fossas negras é muito superior comparado ao destino de forma correta. É preocupante a falta de instalações de saneamento ambiental para tratamento do esgoto doméstico na região. Cita-se como uma alternativa individual capaz de diminuir o risco de contaminação do solo e da água, com o esgoto doméstico, a utilização de fossa filtro para todos os habitantes da região.

Verificou-se que 70% da captação de água para consumo provem de poços e cacimbas e não passam por processo de tratamento. Este fato pode desencadear riscos de contaminação, posto que foram observadas distâncias mínimas (inferiores a 10 metros) entre a destinação final do esgoto doméstico e a captação de água para consumo. Segundo Philippi Jr; Martins (2005), a distâncias mínimas entre fossa e captação de água para consumo deve ser no mínimo de quinze metros. Isto mostra os riscos de contaminação que estes habitantes podem sofrer.

Com o exposto, essas questões influenciam na qualidade ambiental e, por consequente, na saúde e no bem-estar dos moradores. A falta de uma adequada estrutura sanitária gera impacto negativo ao ambiente. Segundo Lopes, Borges e Lopes (2012) salientam que os recursos naturais empregados na produção agrícola, com destaque para a água e o solo, devem indicar satisfatórios estados de salubridade para somente depois serem utilizados nas culturas. Ainda segundo os autores, é nesse ponto em que se insere o saneamento ambiental e sua importância.

Durante a aplicação dos questionários identificou-se poucos entrevistados com

iniciativa própria quanto a adoção de sistemas corretos para destinação do esgoto doméstico. Percebeu-se que dentre as 21 comunidade estudadas a que possuía significativa presença de fossas filtro foi apenas na comunidade Alto Santa Maria. Os entrevistados relataram que isto se devia pela iniciativa da Prefeitura do Município de Santa Maria de Jetibá em parceria com a fundação nacional de saúde (FUNASA) que contemplaram alguns moradores da comunidade, devido ao alto índice da esquistossomose na região ocasionado pelas más condições do saneamento. E parte das fossas filtro também encontradas é devido a associação de produtores orgânicos, pois é uma norma da mesma o associado ter um sistema correto, assim exigindo-os a se adequarem.

Percebe-se o desconhecimento por parte dos moradores da região quanto as práticas inadequadas para o destino do esgoto doméstico, pois a maioria dos entrevistados demonstraram-se muitos leigos sobre o assunto. Fazendo com que o destino em fossa negra ainda é adotado para as novas residências em construção. Pois para muito dos entrevistados apenas o lançamento direto ao curso hídrico e céu aberto são práticas incorretas.

Conclui-se que avaliar a realidade dos habitantes da região, a partir desta pesquisa podem ser tomadas novas iniciativas do poder público quanto a conscientização incentivo de adequadas práticas de destinação do esgoto doméstico. Educando ambientalmente a população, pois todos têm este compromisso visando sempre o bem-estar ambiental e social.

REFERÊNCIAS

AGERH-ES CBH Santa Maria da Vitória **Enquadramento de corpos de água e o Plano de Recursos Hídricos**. Vitória, 2017 Disponível em: <<https://agerh.es.gov.br/cbh-smv>>. Acesso em: 13 set. 2018.

Biolchi, Lara Cristina et al. **Enteroparasitas e comensais em estudantes entre 7 e 14 anos em áreas rurais e urbanas do município de Campos Novos, Oeste de Santa Catarina, Brasil**. Revista de Patologia Tropical, v. 44, n. 3, p. 337-342, 2015. Disponível em: <<https://revistas.ufg.br/iptsp/article/view/38024>> Acesso em: 29 set. 2018.

Brasil, Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. **Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico**, Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 08 jan. 2007. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm>.. Acesso em: 05 nov. 2018.

Brum et al. **Qualidade das águas de poços rasos em área com déficit de saneamento básico em Cuiabá - MT: Avaliação microbiológica, físico-química e fatores de risco à saúde**. Holos, Rio Grande do Norte, v.2, p.179-188, 2016. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/4815/481554865016.pdf>> Acesso em: 26 set. 2018.

Daltro Filho, J. SantosS, D. C. G. **Avaliação das condições de saneamento num Assentamento do INCRA em Sergipe**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 21, 2001a, João Pessoa. Anais eletrônicos... Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/brasil21/vii-002.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2018.

Damázio, Schayra; Rios Soares,Aparecida; **Perfil parasitológico de escolares da localidade de Santa Maria, zona rural do município de São Mateus/ES**, Brasil. Revista de Atenção Primária a Saúde, v. 19, n. 2, 2016. Disponível AM: <<https://aps.ufjf.emnuvens.com.br/aps/article/viewFile/2486/972>> Acesso em: 14 out. 2018.

Fernandes, R. S. et al. **Uso da percepção ambiental como instrumento de gestão em aplicações ligadas às áreas educacional, social e ambiental.** Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica- FCTH. Projeto Difusão Tecnológica em Recursos Hídricos. São Paulo, jun. 2002.

Fonseca, Jairo Simon da; Martins, Gilberto de Andrade. **Curso de estatística.** São Paulo: Atlas, 1996.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística **Perfil dos Municípios Brasileiros 2011.** - Rio de Janeiro, RJ: Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão, 2012. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Perfil_Municípios/2011/munic2011.pdf> Acesso em: 30 set.. 2018.

Vieira, Sônia. **Introdução a bioestatística.** Rio de Janeiro, Elsevier, 2011.

ESTUDO DE CASO DE UM SISTEMA DE TRATAMENTO E REUSO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Data de aceite: 03/08/2020

Eduardo Antonio Maia Lins

Universidade Católica de Pernambuco e Instituto Federal de Pernambuco
Recife – Pernambuco

Eduardo Henrique Bezerra Cavalcanti

Centro Universitário Maurício de Nassau
Recife – Pernambuco

Cecília Maria Mota Silva Lins

Universidade Federal Rural de Pernambuco
Unidade: Cabo de Santo Agostinho – Pernambuco

Andréa Cristina Baltar Barros

Centro Universitário Maurício de Nassau
Recife – Pernambuco

déficit de aterros para atender à demanda. Notou-se uma crescente industrialização do gerenciamento dos resíduos gerados pela construção civil, havendo uma quantidade significante de pontos de recebimento, tratamento, beneficiamento e reciclagem dos resíduos gerados. A empresa estudada tem capacidade de processar entre 900 a 1000 toneladas de RCD por dia, mas utiliza apenas 33% da sua capacidade produtiva. Cerca de 80 a 90% dos resíduos recebidos são transformados em agregados gerando receita para a empresa e evitando impactos ambientais negativos. Apesar de ainda não ter obtida a certificação ambiental, a empresa segue as normas estabelecidas pela resolução CONAMA nº 307/2002 para a prestação de serviços.

PALAVRAS-CHAVE: Lixo, Obras, Melhoramento, Aproveitamento, RMR.

CASE STUDY OF A CIVIL CONSTRUCTION WASTE TREATMENT AND REUSE SYSTEM

ABSTRACT: Construction and Demolition Waste (RCD) is all material from construction, renovation and demolition. These residues are dangerous for the environment, having a direct impact when misused. This study aimed to show how the treatment of RCD takes place in

RESUMO: Resíduo da Construção e Demolição (RCD) é todo material oriundo de construções, reformas e demolições. Esses resíduos são perigosos para o meio ambiente, impactando de forma direta quando mal destinados. O presente trabalho teve como objetivo mostrar como se realiza o tratamento de RCD na Região Metropolitana do Recife (RMR). As informações foram fundamentadas em literatura, além de visitas a empresa especializada no recebimento e reciclagem de resíduos de construção e demolição. Verificou-se que na RMR, apesar de muitas edificações em construção, há um

the Metropolitan Region of Recife (RMR). The information was based on literature, in addition to visits to a company specialized in receiving and recycling construction and demolition waste. It was found that in RMR, despite many buildings under construction, there is a deficit of landfills to meet demand. There was an increasing industrialization of waste management generated by civil construction, with a significant number of points for receiving, treating, processing and recycling the waste generated. The studied company has the capacity to process between 900 to 1000 tons of RCD per day, but uses only 33% of its production capacity. About 80 to 90% of the waste received is transformed into aggregates, generating revenue for the company and avoiding negative environmental impacts. Although it has not yet obtained environmental certification, the company follows the rules established by CONAMA resolution N. 307/2002 for the provision of services.

KEYWORDS: Waste, Works, Improvement, Utilization, RMR.

1 | INTRODUÇÃO

Com a mudança da população da zona rural para a zona urbana, houve um crescimento nas construções civis. Com a urbanização acelerada, que resultou no rápido adensamento das cidades, a geração de resíduos da construção e demolição (RCD) alcançou índices alarmantes, seja pelo desperdício nas obras de construções ou pelas reformas e demolições (HALMEMAN; SOUZA; CASARIN, 2009). De um modo geral, isso vem gerando uma preocupação quanto aos aspectos ambientais, onde as organizações governamentais e não governamentais, e toda a sociedade vem cobrando mudanças em relação aos impactos causados pela construção civil (SACHS, 2000).

Para a construção e manutenção dos edifícios diversas intervenções são realizadas gerando impactos ambientais negativos em todas as etapas do seu ciclo de vida, principalmente quando se esgota a vida útil do edifício onde é demolido. Segundo Leite (2014), os resíduos de todo o setor da construção civil correspondem a aproximadamente 66% do volume dos resíduos sólidos urbanos, sendo uma grande parte disposta em locais inadequados. O consumo de recursos naturais pela construção civil é estimado em torno de 20 a 50% de todos os recursos utilizados pela sociedade (PIRES, 2008). Algumas dessas matérias-primas como o cobre apresentam reservas bastante limitadas atualmente, levando desse modo à preocupação com a capacidade futura de atendimento. Segundo Silva (2012), em 2009 o cimento Portland era o material artificial mais consumido pelo homem e para sua fabricação as indústrias de transformação ligadas ao setor também são grandes consumidoras de energia e água e emissoras de CO₂. Estudar as etapas que envolvem o recebimento, armazenamento e reciclagem dos resíduos de construção, sob a visão da própria empresa, possibilita avaliar os processos aos quais os resíduos da construção e demolição (RCD) gerados em Recife são submetidos e como isso interfere na qualidade final.

Dessa forma, este trabalho avalia a atual situação dos RCD na cidade de Recife, de modo a caracterizar, por meio de revisão literária, a quantidade de resíduos gerada. Foi possível aferir os métodos que são aplicados pelas empresas de reciclagem desde o recebimento do entulho até a reciclagem, adotando como referência, uma empresa de recebimento e reciclagem situada na cidade de Paulista.

2 | METODOLOGIA

2.1 Área de Estudo

Para o estudo de caso, referente aos processos de tratamento e reuso de RCD, a pesquisa foi realizada em uma empresa de recebimento e reciclagem de RCD, localizada na cidade de Paulista, PE.



Figura 1 - Localização da empresa de recebimento e reciclagem.

Fonte: Google Maps (2020).

2.2 Coleta de Informações

Para alcançar os objetivos da pesquisa, a metodologia foi dividida nas seguintes etapas: revisão bibliográfica do tema estudado, logo em seguida foi feita uma avaliação dos procedimentos usados para a destinação final dos resíduos de construção e demolição na RMR e o desenvolvimento de estudo de caso da empresa especializada em recebimento e reciclagem de resíduos de construção e demolição, sobre os processos de tratamento

e reuso do RCD. Por fim, realizou-se um estudo de caso sobre a empresa especializada em recebimento e reciclagem dos resíduos da construção civil e demolição, com ênfase nas formas de tratamento e reuso dos RCD adotadas pela empresa.

Nesta fase, foram realizadas visitas nas instalações da empresa, onde foram observados todos os processos para beneficiamento dos RCD, procedendo-se com registro fotográfico das etapas, bem como entrevista com o técnico responsável que se encontrava na unidade de tratamento, da qual se baseou em um questionário elaborado e proposto por Sales (2016).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Características dos RCD na RMR

Os RCD - Resíduos de Construção e Demolição tem origem nos RCC - Resíduos de Construção Civil, visto que é um subproduto do setor. Caracterizam-se por apresentarem restos de materiais utilizados durante a obra ou fragmentos de peças já construídas.

São regidos pela Resolução CONAMA nº 307/2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a sua gestão, de modo que esta resolução sugere que os geradores de resíduos tenham como objetivo prioritário a não geração de RCD, mas que, se gerarem, sejam responsáveis pela redução da quantidade que geram, a reutilizarem e reciclarem.

Para que se possam ser reaproveitados é necessário que haja um processo de beneficiamento que avalie suas características químicas bem como de que forma poderão vir a interferir na reação com os outros insumos, uma vez que suas propriedades físico-químicas estão condicionadas a parâmetros específicos, como a região geradora do resíduo e a ação dos agentes agressivos ao longo do tempo as quais a peça foi solicitada. Podem ser reaproveitados para obras de pavimentação, como agregados miúdos e graúdos em concretos e argamassas.

Tem como principais vantagens a contribuição ambiental que a gestão e a reciclagem produzem, visto que os entulhos que seriam descartados irregularmente em margens de rios e lagos ou em aterros, são reencaminhados para destinos com maior responsabilidade ambiental e social, além de proporcionar uma redução de custos considerável quando utilizados os produtos reciclados de RCD.

O principal empecilho para a utilização dos produtos obtidos pela reciclagem do RCD tem sido a barreira criada pelo setor da construção civil para se abrir a novas técnicas, utilizando como subsídio o argumento de que há pouca mão de obra especializada e que as técnicas ainda são desconhecidas pela grande maioria do setor.

É importante ressaltar que no Brasil as gestões de resíduos sólidos se apresentam de forma diversificada. IBGE (2017), estima que são gerados cerca de 157mil toneladas

de lixo, no entanto apenas 20% da população brasileira ainda não contam com coletas regulares. No total de resíduos sólidos que são coletados no Brasil apenas 50% são destinados para locais corretos.

Já Pinto (1999) afirma que a RCD no Brasil é bastante elevada quando comparada aos países desenvolvidos, variando entre 230Kg/hab.ano. Monteiro *et al.* (2001), completa dizendo que o país desenvolvido a média de resíduos proveniente de novas edificações encontra-se abaixo de 100Kg/m², enquanto no Brasil o índice gira em torno de 300Kg/m² edificado. O Quadro 1, apresenta a média de RCD gerados em alguns municípios brasileiros.

Tipo de fonte geradora de RCD	Percentuais
Residências novas	20%
Edificações novas acima de 300m ²	21%
Reformas ampliações e demolições	59%

Quadro 1 - Média de RCD gerada em alguns municípios brasileiros.

Fonte: Tavares (2007)

Vale ressaltar que o Quadro 1, generaliza várias cidades de Pernambuco pois esse percentual é apenas uma média de quantidades de RCD gerados em centros urbanos. O maior problema com a destinação final dos resíduos se origina em obras pequenas como apresentado, onde nas reformas existe um maior percentual de perdas, além de uma destinação clandestina dos resíduos (MORAIS, 2006).

3.2 Destinação dos Resíduos de Construção e Demolição na Região Metropolitana de Recife

Recife é uma das cidades brasileiras que mais gera entulho diariamente, sendo maior parte da sua composição gerada na construção de edifícios. Além disso, segundo Carneiro (2005) a cidade consta com poucos aterros para resíduos que são gerados em grandes volumes sendo possível observar uma grande quantidade de deposições clandestinas dos RCD.

Decorrente disso, as instituições governamental, municipal e estadual, em parceria com a academia (Universidade de Pernambuco e Universidade Federal de Pernambuco), vem realizando projetos para diagnóstico da situação dos resíduos da construção civil em Pernambuco, conscientizando a indústria civil sobre princípios e técnicas para que sejam feitas obras mais limpas, de forma a promover uma reeducação ambiental no canteiro de obra.

Foi elaborada também a Lei Municipal 17072/2005 que institui um programa de gerenciamento de resíduos de construção civil, criando pontos de coleta para pequenos geradores de RCD (até 1m³) e incentivando estudos para localização dos aterros responsáveis pela destinação dos resíduos inertes.

Com o incentivo dessas práticas, houve um crescente surgimento de unidades que fazem o recebimento, tratamento e beneficiamento dos resíduos de construção, além de venderem os produtos obtidos pela reciclagem para que sejam utilizados nos canteiros de obra.

3.3 Análise dos Processos de Tratamento e Reuso dos RCD na Empresa de Recebimento e Reciclagem de RCD

A empresa em estudo é uma unidade de tratamento de resíduos, que recebem os RCD gerados pelos municípios de Recife, Olinda, Paulista, Abreu e Lima, Igarassu, Itamaracá, Araçoiaba e Goiana. Integra a Política de Gestão de Resíduos, que é responsável pelo beneficiamento de 100% de toda a parcela mineral entregue nos pontos de entrega voluntária da cidade de Paulista, localizada na RMR. A empresa opera com as licenças obtidas pelo SEMMA (Secretaria Municipal do Meio Ambiente), CPRH (Agência Estadual de Meio Ambiente, antiga Companhia Pernambucana de Recursos Hídricos) e IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis).

A empresa fornece o serviço de destinação dos resíduos. Especificamente, dá destinação final ao material de escavação, demolição e todos os resíduos classe II B (Resíduo Inerte), de acordo com a classificação sugerida pela NBR 10.004 (2004), emitindo certificado de destinação final. A Figura 2 consiste em uma fotografia retirada da empresa em estudo, pelo autor no ato da visita de modo que permite ilustrar a área que abrange.



Figura 2 - Empresa de Reciclagem de RCD analisada.

Fonte: Os autores (2020).

Além da destinação, a empresa em estudo ainda é responsável pelo transporte em caminhões caçamba, coleta em caçamba estacionária, reciclagem dos resíduos e venda de brita e areia reciclada.

3.4 Procedimentos do Tratamento e reuso dos RCD

A empresa analisada possui uma área de destinação de resíduos, que são espaços destinados ao beneficiamento ou à disposição final. Os resíduos passam por quatro etapas quando chegam à unidade, que estão descritas no Quadro 2, conforme sua denominação e características.

Processo	Descrição
Recepção	Exige-se do gerador a apresentação do Manifesto de Transporte preenchido e em 3 vias. Antecede à pesagem.
Pesagem	Todos os veículos passam por pesagens, iniciais e finais, para emissão do ticket de pesagem;
Armazenamento	Local para descarrego e armazenamento temporário;
Triagem	Processo de triagem de todos os resíduos, independente da classe e percentual de contaminação. Antecede a reciclagem.

Quadro 2 - Descrição dos processos iniciais de recebimento dos resíduos.

Fonte: Os autores (2020).

É necessário observar que os processos descritos são realizados na fase de recebimento dos entulhos e descrevem as atitudes que os transportadores devem assumir, bem como as etapas as quais serão submetidos. Segundo a NBR 15112/2004 área de transbordo e triagem de resíduos da construção civil e resíduos volumosos (ATT) é uma "área destinada ao recebimento de resíduos da construção civil e resíduos volumosos, para triagem, armazenamento temporário dos materiais segregados, eventual transformação e posterior remoção para destinação adequada, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente".

A norma ainda traz: algumas definições relevantes ao tema, a classificação dos resíduos da construção civil seguindo as classes já estabelecidas pela Resolução 307/2002 do CONAMA, as condições para implantação da ATT, as condições gerais para elaboração do projeto e as condições e diretrizes de operação. Para serem licenciadas as ATT's devem seguir as diretrizes estabelecidas nesta norma.

Conforme visitas realizadas, notou-se que a empresa se encontrava em conformidade com as exigências da NBR 15112/2004 uma vez que não estava trazendo danos à saúde pública e ao meio ambiente, além de se enquadrar as disposições da norma. A Figura 3 ilustra a segunda fase do processo de recepção dos resíduos, denominada de pesagem.



Figura 3 – Etapa de Pesagem.

Fonte: Os Autores (2020).

Ressalta-se que a empresa também é responsável por realizar os processos de beneficiamento dos RCD recebidos, de modo que são obtidos muitos materiais reciclados que variam quanto à granulométrica, como por exemplo, areia e britas.

Ainda se tratando dos insumos reciclados produzidos pela empresa em estudo, a NBR 15114/04 estabelece os requisitos mínimos exigíveis para projeto, implantação e operação de áreas de reciclagem de resíduos sólidos da construção civil classe A. Ela se aplica à reciclagem de materiais já triados para a produção de agregados com características para a aplicação em obras de infraestrutura e edificações, de forma segura, sem comprometimento das questões ambientais, das condições de trabalho dos operadores dessas instalações e da qualidade de vida das populações vizinhas.

De acordo com a NBR 15114/04, área de reciclagem de resíduos da construção civil é definida como sendo uma "área destinada ao recebimento e transformação de resíduos da construção civil classe A, já triados, para produção de agregados reciclados".

Nela são estabelecidas:

- as condições gerais de implantação das áreas de reciclagem (critérios para localização, isolamento e sinalização, acessos, iluminação e energia, proteção das águas superficiais e preparo da área de operação);

- as condições gerais para projeto (memorial descritivo, projeto básico, responsabilidade e autoria do projeto); e
- as condições de operação (recebimento, triagem e processamento de resíduos, treinamento e equipamentos de segurança, inspeção e manutenção e procedimento para controle e registro da operação).

De um modo geral, observou-se que a empresa se encontra em conformidade com a NBR 15114/04 quanto as condições gerais de implantação e operação das áreas de reciclagem.

Quanto a unidade de recebimento avaliada, fez-se uma entrevista ao gerente operacional, com base no questionário proposto por Sales (2016). Quanto ao conhecimento da empresa referente à Resolução nº 307/2002 do CONAMA, a empresa afirma que conhece a resolução e realiza seus serviços com base nos pressupostos sugeridos. Quando perguntado se a reciclagem de materiais para uso em obra de construção já é viável, o gerente afirma que sim, tanto que a empresa produz materiais reciclados e os vende. No entanto, ainda há ressalvas das construtoras quanto ao seu uso, além de haver um olhar apenas para a retirada da licença ambiental e não para o controle da produção e da redução dos impactos ambientais. Sobre as embalagens/latas com restos de tintas, solventes e vernizes, eles são materiais considerados perigosos e que, portanto, com a tecnologia disponível, ainda não podem ser reciclados. Devem ser encaminhados a aterros industriais ou incineradores.

Em relação a como classificar e como fazer a destinação de resíduos de construção de produtos que já incorporam resíduos e em como classificá-los, a empresa segue da seguinte maneira: no caso de utilização de agregados reciclados para novas construções, segue como descrito na resolução CONAMA nº307/2002, embora existam empresas que fazem a classificação dos materiais de forma mais criteriosa, pois os agregados podem ter propriedades diferentes de acordo com seu material de origem. No entanto, de maneira geral, utilizam-se as cores cinza e vermelha para classificar os produtos oriundos de concreto (cinza) e os que contêm maior quantidade de produtos cerâmicos (vermelha).

A classificação dos materiais difere se ele foi usado na construção, se ele é rejeito ou sobra ou se ele é resultado de demolição, de acordo com a empresa de reciclagem. O entulho de construção compõe-se basicamente de restos e fragmentos de materiais enquanto o de demolição é formado por fragmentos, tendo por isso um maior potencial qualitativo, comparativamente ao entulho de construção. Além disso, a empresa possui áreas de transbordo e triagem (ATT's). As indústrias podem auxiliar o setor da construção de edifícios na redução, gestão e destinação dos resíduos, visto que atualmente várias empresas já prestam consultoria às obras para elaboração do plano de gestão de resíduos, treinamento dos funcionários da obra para separação correta dos entulhos antes mesmo do transporte, incentivo ao uso de peças modulares, instalação de usinas dentro do próprio canteiro, etc.

Solventes, vernizes, desmoldantes, lâmpadas fluorescentes e resíduos de atendimento de saúde são considerados resíduos sólidos perigosos. Sua destinação deve seguir o proposto pela NBR 12.235 (1992) para armazenamento e destinação para aterros industriais ou incineradores.

Desse modo, nota-se que a empresa segue o estabelecido pela resolução CONAMA nº 307/2002, sendo responsável por serviços de recebimento, armazenamento e beneficiamento dos resíduos sólidos gerados pela construção civil, estando aptos para ser uma unidade de gestão, recebimento e tratamento. Campagna, Ruppenthal & Neumann (2012) sugerem que o processo de reciclagem utilizado nas usinas brasileiras é composto pelas etapas de segregação, triagem, britagem e peneiramento. Sendo a primeira etapa a deposição do entulho em pátios pré-estabelecidos, conforme o teor de impurezas ou o tipo predominante do teor dos resíduos (concreto, alvenaria, etc.). Já a triagem seria a retirada dos metais por meio de um eletroímã e a remoção manual dos materiais restantes, antes ou depois da britagem, podendo ainda separar os materiais mais leves por meio de peneiras planas, jatos de ar ou de água ou pela imersão dos resíduos. A britagem é, para o autor, o processo mais importante da reciclagem, pois é por meio dele que são definidas a forma, a resistência e a granulometria dos grãos dos agregados reciclados.

A empresa estudada recebe os resíduos de construção dos geradores, os introduz em um processo de beneficiamento, e vende os agregados resultantes da reciclagem para que possam ser reinseridos no mercado. A empresa tem capacidade de processar cerca de 250 toneladas por hora e, diariamente, cerca de 900 a 1000 toneladas. Atualmente, recebe cerca de 7000 toneladas de resíduo por mês, ou seja, considerando um funcionamento de 21 dias mensais, a empresa seria capaz de processar cerca de 21.000 toneladas de RCD por mês. Porém, atualmente, são utilizados apenas 33% da sua capacidade produtiva. Notou-se que a maioria do entulho recebido é processado e transformado em agregado, um percentual entre 80% a 90%. Carneiro (2005) já havia proposto que os RCD gerados em Recife tinham grande potencial para reciclagem, visto que 91% do total do resíduo gerado é composto por argamassas, solo, cerâmica vermelha, concreto, brita, areia e pedregulho.

Constatou-se, que além do retorno ambiental, a empresa de reciclagem ainda obtém um retorno financeiro considerável, visto que, além da quantia cobrada pelo recebimento do RCD (cerca de R\$ 30,00 a R\$ 40,00 por tonelada recebida) a empresa ainda obtém retorno da venda dos agregados reciclados. Além disso, os equipamentos utilizados, de acordo com Campagna, Ruppenthal & Neumann (2012) são em maioria provenientes do setor de mineração, adaptados ou não. A empresa obedece aos pressupostos da CONAMA 307/2002 e segue de acordo com o que fora observado em outras empresas a partir da revisão bibliográfica. Isso porque, os resíduos recebidos também são armazenados em um local pré-estabelecido, passam por a triagem, utilizando a peneira giratória, bem como manualmente. A britagem, para a reciclagem dos resíduos é feita na máquina trituradora,

e o peneiramento reconhece a granulométrica das partículas que foram produzidas para que possam ser classificadas.

Do ponto de vista da engenharia, a empresa segue sua meta de acordo com as normas, proporcionando avanços tanto quanto as questões ambientais quanto no setor mercadológico. Isso porque, ao realizar o recebimento e a correta destinação dos RCD gerados, impulsiona o mercado ao colocar produtos de qualidade comprovado a venda e com preços competitivos e reduz o impacto ambiental causado pela construção, visto que diminui a quantidade de entulhos que pode deixar o rio assoreado, poluir os lençóis freáticos ou se amontoar em lixões. Vale ressaltar que esses resíduos afetam de forma direta o meio ambiente quando destinados de forma incorreta, apesar da falta de cultura e fiscalização ainda existente, esse ramo da engenharia vem crescendo de forma significativa.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Constatou-se, que além do retorno ambiental, a empresa de reciclagem ainda obtém um retorno financeiro considerável, visto que, além da quantia cobrada pelo recebimento do RCD, ainda obtém retorno da venda dos agregados reciclados;

Do ponto de vista da engenharia, a empresa segue sua meta de acordo com as normas, proporcionando avanços tanto quanto as questões ambientais quanto no setor mercadológico uma vez que realiza o recebimento e a correta destinação dos RCD gerados, impulsionando o mercado ao colocar produtos de qualidade comprovado a venda e com preços competitivos;

De um modo geral, observou-se que a empresa se encontra em conformidade com a NBR 15114/2004 quanto as condições gerais de implantação e operação das áreas de reciclagem.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004: resíduos sólidos - classificação**. Rio de Janeiro, 2004.

ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA e RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. São Paulo, 2017. 116 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO DRYWALL. **Resíduos de Gesso na Construção Civil: Coleta, armazenagem e reciclagem**. São Paulo: Agns Gráfica e Editora, 2012. 20 p.

BRASIL. **ABNT NBR 15112 de 30 de julho de 2004**. Dispõe sobre Resíduos da construção civil e resíduos volumosos - Áreas de transbordo e triagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Brasília, 30 de junho de 2004.

BRASIL. **ABNT NBR 15113 de 30 de julho de 2004.** Dispõe sobre Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes - Aterros - Diretrizes para projeto, implantação e operação. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Brasília, 30 de junho de 2004.

BRASIL. **ABNT NBR 15114 de 30 de julho de 2004.** Dispõe sobre Resíduos sólidos da Construção civil - Áreas de reciclagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Brasília, 30 de junho de 2004.

BRASIL. **Lei Nº 6.938, de 31 de agosto de 1981.** Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus Fins e Mecanismos de Formulação e Aplicação, e dá outras Providências.

BRASIL. **Resolução CONAMA n. 307, de 5 de julho de 2002.** Estabelece diretrizes, critério e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 jul. 2002.

BRASIL. **Resolução CONAMA n. 348, de 16 de agosto de 2004.** Inclui o amianto na classe de resíduos perigosos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 ago. 2004.

BRASIL. **Resolução CONAMA n 431, de 24 de maio de 2011.** Estabelece nova classificação para o gesso. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 25 maio 2011.

CAMPAGNA, C. S.; RUPPENTHAL, C. S.; NEUMANN; A. M. F. D., **Desenvolvimento de um Layout para uma Usina de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil.** XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Bento Gonçalves, RS, Brasil, 15 a 18 de outubro de 2012.

CARNEIRO, F. P. **Diagnóstico e ações da atual situação dos resíduos de construção e demolição na cidade do Recife.** Dissertação (Mestrado) □ Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2005, 131 f.

DEZORDI, A. P. R., VIEIRA, E. P., SAUSEN, J. O. **O impacto nos custos ambientais dos resíduos gerados na construção civil.** XXIV Congresso Brasileiro de Custos - Florianópolis, SC, Brasil, 15 a 17 de novembro de 2017.

HALMEMAN, M. C. R; SOUZA, P. C.; CASARIN, A. N. Caracterização dos resíduos de construção e demolição na unidade de recebimento de resíduos sólidos no município de Campo Mourão □ PR, **Revista Tecnológica**, Ed. Especial (ENTECA), 2009, p.203 - 209.

LEITE, V.F. **Certificação Ambiental na Construção Civil □ Sistema LEED e AQUA.** Graduação em Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011, p. 50.

LINTZ, R. C. C.; SIMONETTI, F. C. **Incorporação de resíduos de construção em compósitos de cimento empregados na fabricação de blocos.** In: Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais CBECiMat, 18º, Porto de Galinhas, 2008, Anais, p. 213-222.

MONTEIRO, J. H. P. *et al.* **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos.** Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

MORAIS, G. M. D., **Diagnóstico da deposição clandestina de resíduos de construção e demolição em bairros periféricos de Uberlândia: subsídios para uma gestão sustentável,** Dissertação (mestrado), Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Uberlândia, 2006, 201 f.

PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana.** Tese (doutorado), Escola Politécnica, USP, São Paulo, 1999, 189 f.

PIRES, F.M. **Análise do Comportamento Sustentável das Empresas do Setor da Construção Civil da Grande Florianópolis.** Monografia (Graduação em Economia) - Departamento de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008, 73 f.

RECIFE. **Lei N° 17072, de 04 de janeiro de 2005.** Estabelece as diretrizes e critérios para o programa de gerenciamento de resíduos da construção civil.

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável.** 2ºEd.: Rio de Janeiro: Garamond., 2002, 96 p.

SILVA, O.J.C. **Critérios para Seleção de Ecoprodutos: Uma Visão Crítica Acerca do Emprego de Materiais de Construção Sustentáveis no Brasil - o Caso da Madeira Plástica.** Dissertação de Mestrado em Engenharia Urbana, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012, 116f.

TAVARES, L. P. M. **Levantamento e análise da deposição e destinação dos resíduos da construção civil em Ituiutaba, MG.** Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007, 160 f.

PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA EM SALÃO DE BELEZA

Data de aceite: 03/08/2020

Eduarda Carvalho

Universidade do Vale do Rio dos Sinos –
UNISINOS

São Leopoldo/RS

<http://lattes.cnpq.br/1369886387029493>

Gabriela Savicki

Universidade do Vale do Rio dos Sinos –
UNISINOS

São Leopoldo/RS

<http://lattes.cnpq.br/0450869720254411>

Júlia de Vargas Biehl

Universidade do Vale do Rio dos Sinos –
UNISINOS

São Leopoldo/RS

<http://lattes.cnpq.br/0801583730576713>

Rodrigo D'Avila Barros

Universidade do Vale do Rio dos Sinos –
UNISINOS

São Leopoldo/RS

<http://lattes.cnpq.br/5326643250350398>

Roxane Oliveira

Universidade do Vale do Rio dos Sinos –
UNISINOS

São Leopoldo/RS

<http://lattes.cnpq.br/2646132775897223>

Carlos Alberto Mendes Moraes

Universidade do Vale do Rio dos Sinos –
UNISINOS

São Leopoldo/RS

<http://lattes.cnpq.br/2076544554717764>

Artigo originalmente publicado no VIII Seminário de Tecnologias Limpas realizado em Porto Alegre, nos dias 2 e 3 de dezembro de 2019.

RESUMO: As questões de caráter ambiental estão cada vez mais em pauta no dia-a-dia da população. Serviços muito utilizado na atualidade são encontrados em salões de beleza, os quais, não possuem legislação ambiental aplicável. Deste modo, o presente trabalho teve por objetivo implementar um projeto de Produção Mais Limpa (P+L) em um salão de beleza localizado em Portão/RS. Foram utilizados preceitos do Centro Nacional de Tecnologias Limpas – CNTL para diagnóstico e proposta de melhorias ao salão de beleza, visando a melhora ambiental do estabelecimento. Foram montados os diagramas de entradas e saídas do processo, a classificação dos resíduos conforme normas vigentes e levantadas as principais barreiras à implementação do projeto. Com base no diagnóstico, foram levantados como os principais problemas do setor o consumo de água, o consumo de insumos, a geração de efluentes e a geração de resíduos. Com isso, pode-se sugerir melhorias com a troca de

insumos nos processos, ações de boas práticas e mudanças de processos.

PALAVRAS-CHAVE: Salão de beleza, Produção Mais Limpa (P+L), Resíduos, Efluentes.

IMPLANTATION PROPOSAL OF CLEANER PRODUCTION IN BEAUTY SALON

ABSTRACT: The environmental questions are increasing in the population daily life. There is a lot of services that are found in beauty salons that don't have applicable environmental law. Thus, this project had as objective to implement the Cleaner Production in a beauty salon located in Portão/RS. Methodology of National Clean Technologies Center – CNTL was used to the diagnosis and proposal of improvements in the beauty salon, aiming the environmental improve of the establishment. It was assembled the process entries and exit diagrams, the waste classification according to the current laws and it were raised the major barriers to the project implementation. With the diagnostics, it was raised as major worries of the sector the water consumption, the input material consumption, the liquid effluent and waste generation. Thereby, it can be suggested improvements as input changes in the processes, good habits actions and process changes.

KEYWORDS: Beauty Salon, Cleaner Production, Waste, Effluent.

1 | INTRODUÇÃO

Segundo a *Global Entrepreneurship Monitor* (GEM, 2013), no Brasil, o setor de beleza e higiene pessoal fica em segundo lugar em número de empreendedores, com uma participação de 12,5% em relação ao total. Essa demanda expressiva tem como consequência o elevado impacto socioambiental gerado pelo setor e, assim como qualquer outro empreendimento, as atividades praticadas nos salões de beleza geram resíduos.

De acordo com Cruz (2010), salões de beleza são estabelecimentos comerciais que promovem muitas formas de agentes contaminantes como os resíduos químicos provenientes dos tratamentos capilares, restos de tinturas e shampoos, que geralmente são despejados em rede de esgoto. Além disso, muitos materiais recicláveis são gerados em grande volume e normalmente descartadas sem a devida separação, gerando danos à diversas formas de vida, por causar alterações no solo, na água e no ar. Souza e Soares Neto (2009) corroboram com essas informações ao alertar para os impactos que os efluentes líquidos de salões de beleza podem causar. Por serem compostos por metais pesados, como Pb, Cd, Cr e As, componentes contidos na maioria das tinturas de cabelo, seu uso indiscriminado, bem como o contato com os seus resíduos, pode causar doenças e possuem elevado potencial de contaminação dos recursos hídricos, podendo chegar às fontes de abastecimento das cidades.

Os salões de beleza são regidos e fiscalizados de acordo com as normas estabelecidas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), pois é esse órgão que determina os padrões para as instalações desse tipo de empreendimento, bem como

para o descarte dos resíduos, além de dar diretrizes específicas para o uso de tintura para cabelo, removedor de esmalte, espátula e lixa para unhas, cera de depilação, entre outros (METAXAS e PINTO, 2015).

2 | OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA

Os objetivos do trabalho foram levantar de consumo de água e energia elétrica, levantar de forma qualitativa os resíduos gerados, propor gerenciamento de resíduos, verificar os produtos químicos utilizados, reduzir/minimizar impactos ambientais e apresentar práticas de P+L para um espaço de beleza de Portão/RS. O trabalho se justifica devido à falta de legislação ambiental aplicável ao setor de beleza no país, considerando legislações que falem exatamente dos serviços prestados por salões de beleza. No Brasil, há apenas legislações referentes a alguns produtos de beleza e sobre a formalização do trabalho nos estabelecimentos.

3 | LEGISLAÇÕES APlicáveis

As seguintes legislações regulam as atividades relacionadas ao espaço estudado, porém ressalta-se que não são específicas para a atividade realizada, apenas possuem alguns artigos a serem seguidos. Não há legislação específica para a atividade de salão de beleza, muito menos para questões ambientais relacionadas ao serviço.

- Resolução – RDC ANVISA 3/2012.
- Resolução – RDC ANVISA 306/2004.
- Resolução – RDC ANVISA 343/2005.
- ABNT NBR 16383/2015.
- Lei Federal 12592/2012.

4 | METODOLOGIA

O CNTL visa estabelecer uma rede formada por instituições e profissionais, a fim de facilitar a transferência de informações e tecnologia às empresas, permitindo a incorporação de Técnicas de P+L em seus sistemas de gerenciamento ambiental. Deste modo, será utilizado o guia do CNTL para realização do trabalho proposto, utilizando-se as ferramentas de nível 1, conforme figura a seguir.

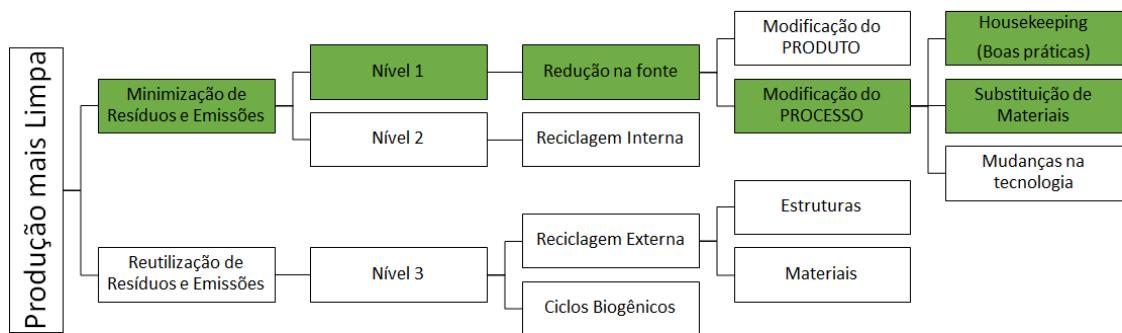


Figura 1 – Diagrama de Níveis P+L

4.1 Levantamento de consumo de água e energia elétrica

O levantamento dos consumos foi realizado através da consulta nas faturas de água e energia fornecidas pela proprietária do espaço de beleza. O consumo médio de água é de 8m³, todos os serviços utilizam água nos seus processos. Já o consumo de energia apresentou média de 1576 kWh/mês.

4.2 Diagrama de Blocos Qualitativo

ENTRADA	PROCESSO	SAÍDA
Algodões; Água; Amolecedor de Cutícula; Bacia lavatória; Base; Plástico (protetores de bacia e protetores dos equipamentos); Equipamentos de metal; Equipamentos de madeira; Esmaltes; Spray secante; Óleo secante; Lixas descartáveis; Acetona; Luvas descartáveis; Removedor de calos; Esterilizadores; Energia	Manicure/ Pedicure	Efluente líquido (água + amolecedor de cutícula) Resíduos sólidos (algodões com esmalte/acetona, luvas descartáveis, lixas descartáveis, embalagens, plástico, resíduos eletrônicos) Emissões atmosféricas (compostos voláteis presentes na acetona e nos esmaltes)
Shampoo; Condicionador; Tesoura; Tintas; Luvas descartáveis; Escovas/ Pentes; Máquina de corte; Navalha; Secado de cabelo; Chapinha; Baby Liss; Água; Living; Fixador de cachos; Prendedores de cabelo; Potes; Papel de alumínio; Rolos de cabelo; Grampos; Energia	Cabelo	Efluente líquido (água + shampoo, condicionadores, tintas) Resíduos sólidos (luvas descartáveis, resíduos eletrônicos, cabelos, embalagens) Emissões atmosféricas (compostos voláteis presentes nos produtos) Geração de ruído (secador)

ENTRADA	PROCESSO	SAÍDA
Cotonetes; Algodão; Cremes; Pincéis; Espátulas plásticas; Álcool 70%; Água; Spray de fixação; Bruma de fixação; Maquiagens em geral (sombra, batons, rímel, blush, base, etc); Equipamento Face Care Plus; Pinças; Papel para maca; Lençol para maca; Creme esfoliante; Produtos de limpeza de pele; Gaze; Máscaras descartáveis; Luvas descartáveis; Agulhas	Estética	Efluente líquido (água + álcool + produtos de maquiagem/estética contidos nos pincéis) Resíduos sólidos (luvas descartáveis, resíduos eletrônicos, maquiagens, embalagens, cotonetes, algodões com maquiagem/produtos estéticos, papel da maca, agulhas) Emissões atmosféricas (compostos voláteis presentes nos produtos)
Ceras depilatórias; Equipamentos roll-nos; Cartuchos de ceras roll-nos; Lenço depilatório; Pinças; Loções depilatórias; Panela depilatória; Papel para maca; Máscaras descartáveis; Luvas descartáveis; Agulhas	Depilação	Resíduos sólidos (luvas descartáveis, resíduos eletrônicos, pêlos, embalagens, algodões com produtos depilatórios, papel da maca, agulhas) Emissões atmosféricas (compostos voláteis presentes nos produtos)

Tabela 1 - Diagrama de blocos qualitativo

4.3 Classificação dos Resíduos

4.3.1 Resoluções ANVISA RDC nº 306/2004 e CONAMA nº 358/2005

A classificação dos resíduos, conforme resoluções descritas, identifica os Resíduos do Serviço da Saúde em cinco grupos, de acordo com a característica principal do resíduo e potencial de risco, a saber:

- Resíduos Grupo A – Resíduos Biológicos – Resíduos com a possível presença de agentes biológicos que podem apresentar risco de infecção.
- Resíduo Grupo B – Resíduos Químicos – Resíduos contendo substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade.
- Resíduo Grupo C – Resíduos Radioativos – Resíduos que contenham radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de eliminação especificados nas normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear-CNEN e para os quais a reutilização é imprópria ou não prevista.
- Resíduo Grupo D – Resíduo Comuns – Resíduos que não apresentem risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares.
- Resíduo Grupo E – Materiais perfurocortantes ou escarificantes – Materiais perfurocortantes ou escarificantes, tais como: lâminas de barbear, agulhas, escalpes, ampolas de vidro, brocas, limas endodônticas, pontas diamantadas, lâminas de bisturi, entre outros.

Processo	Resíduo	Classificação
Manicure/pedicure	Água + amolecedor de cutícula	Resíduo Grupo B – Resíduo Químico
	Algodões com cutículas e/ou sangue	Resíduo Grupo A – Resíduo Biológico
	Luvas descartáveis	Resíduo Grupo A – Resíduo Biológico
	Lixas descartáveis	Resíduo Grupo A – Resíduo Biológico
	Plástico	Resíduo Grupo D – Resíduo Comum
	Resíduos eletrônicos	Resíduo Grupo D – Resíduo Comum
	Compostos voláteis presentes na acetona e nos esmaltes	Resíduo Grupo B – Resíduo Químico
	Embalagens de esmaltes e acetona, materiais com acetona e esmalte	Resíduo Grupo B – Resíduo Químico
Cabelo	Água + shampoo, condicionadores, tintas	Resíduo Grupo B – Resíduo Químico
	Luvas descartáveis	Resíduo Grupo A – Resíduo Biológico
	Resíduos eletrônicos	Resíduo Grupo D – Resíduo Comum
	Compostos voláteis presentes nos produtos	Resíduo Grupo B – Resíduo Químico
	Cabelos	Resíduo Grupo A – Resíduo Biológico
	Embalagens de produtos, capas de tintura	Resíduo Grupo D – Resíduo Comum
Estética	Água + álcool + produtos de maquiagem/estética contidos nos pincéis	Resíduo Grupo B – Resíduo Químico
	Luvas descartáveis	Resíduo Grupo A – Resíduo Biológico
	Maquiagens	Resíduo Grupo B – Resíduo Químico
	Embalagens de produtos	Resíduo Grupo D – Resíduo Comum
	Cotonetes	Resíduo Grupo A – Resíduo Biológico
	Algodões com maquiagem/produtos estéticos	Resíduo Grupo B – Resíduo Químico
	Resíduos eletrônicos	Resíduo Grupo D – Resíduo Comum
	Compostos voláteis presentes nos produtos	Resíduo Grupo B – Resíduo Químico
	Papel da maca	Resíduo Grupo D – Resíduo Comum
	Agulhas	Resíduo Grupo E – Materiais perfurocortantes
Depilação	Luvas descartáveis	Resíduo Grupo A – Resíduo Biológico
	Pelos	Resíduo Grupo A – Resíduo Biológico
	Algodões com produtos depilatórios	Resíduo Grupo B – Resíduo Químico
	Agulhas	Resíduo Grupo E – Materiais perfurocortantes
	Resíduos eletrônicos	Resíduo Grupo D – Resíduo Comum
	Papel da maca	Resíduo Grupo D – Resíduo Comum
	Compostos voláteis presentes nos produtos	Resíduo Grupo B – Resíduo Químico

Tabela 2 – Classificação dos resíduos da saúde

4.3.2 ABNT NBR 10004:2004 e ABNT NBR 12808:1993

As normas citadas, quando combinadas, apontam para a classificação dos resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, indicando como os mesmos devem ser gerenciados.

- Resíduos Classe I – perigosos: inflamáveis, corrosivos, reativos, tóxicos e com patogenicidade. De acordo com a ABNT NBR 12808:1993, tal classificação é dada ao Tipo B.3 - Resíduo químico perigoso Resíduo tóxico, corrosivo, inflamável, explosivo, reativo, genotóxico ou mutagênico.

b. Resíduos Classe II – não perigosos:

- a. Resíduos Classe II A – não inertes: são constituídos por compostos que apresentam características de combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água;
- b. Resíduos Classe II B – inertes: apresentam compostos que ao entrarem em contato com a água, em temperatura ambiente, são inertes.

Resíduo Classe I PERIGOSO	Resíduo Classe II-A (NÃO INERTE)	Resíduo Classe II-B (INERTE)
Água + álcool + produtos de maquiagem/estética contidos nos pincéis	Algodões com cutículas e/ou sangue	Agulhas
Água + amolecedor de cutícula	Cabelos	Cotonetes
Água + detergente e restos alimentícios	Papel da maca	Embalagens de produtos
Água + shampoo, condicionadores, tintas	Pelos	Esponjas
Algodões com maquiagem/produtos estéticos	Restos de alimentos	Guardanapos
Algodões com produtos depilatórios		Luvas descartáveis
Compostos voláteis presentes nos produtos		Lixas descartáveis
Embalagens de esmaltes e acetona, materiais com acetona e esmalte		Resíduos eletrônicos
Maquiagens		Resíduos recicláveis
		Plástico

Tabela 3 – Classificação dos resíduos sólidos segundo a ABNT NBR 10004:2004 combinada com a ABNT NBR 12808:1993

4.4 Avaliação de Aspectos e Impactos Ambientais

A metodologia utilizada baseia-se na matriz de Leopold, a qual avalia cada impacto segundo a sua magnitude e o grau de importância. Essa matriz apresenta uma visão integrada das ações do empreendimento, dos impactos decorrentes delas e fatores ambientais afetados, permitindo observar quais as ações mais impactantes, qual a fase do empreendimento gerará maior número de impactos e quais os fatores ambientais mais afetados.

Para avaliação foram utilizados os seguintes fatores:

- a. Situação - S: normal (N) – situações esperadas, anormal (A) – situações fora do cotidiano, emergencial (E) – eventos inesperados que podem causar sérios danos ao meio ambiente/saúde.
- b. Frequência - F: Extremamente remota (0 – 20%) – nunca ocorreu/está sob controle, Remota (21 – 40%) – ocorreu em empresas do setor, Possível (41 – 60%) – ocorreu em empresas similares, Frequente (61 – 80%) – ocorre eventualmente na empresa, Muito Frequente (81 – 100%) – grande histórico de ocorrência na empresa.

- c. Magnitude - M: Local (0 – 25%) – impacto no local do empreendimento, Setor (26 – 50%) – impactos que não excedam as fronteiras do empreendimento, Vizinhança (51 – 70%) – impactos fora do limite do empreendimento, Regional (71 – 100%) – impactos municipais, regionais ou superior.
- d. Importância - I: Isenta (0 – 10%) – inexistência do impacto ambiental, Leve (11 – 30%) – impacto restrito ao local de ocorrência, Moderada (31 – 40%) – impacto restrito ao local de ocorrência reversível com ações mitigadoras, Séria (41 – 60%) – impacto restrito ou não à empresa reversível com ações mitigadoras ou corretivas, Grave (61 – 80%) – impacto não restrito a empresa reversível com ações corretivas, Catastrófica (81 – 100%) – impacto não restrito a empresa irreversível.
- e. Significância: Não Significativo (0%) – nenhum impacto ou mudança, Pouco Significativo (1 – 30%) – causa pequenos danos ou modificações no meio ambiente, Significativo (31 – 50%) – causa danos ou modificações temporárias com impactos podendo ser mitigados, Muito Significativo (51 – 70%) – causa danos ou modificações severas e os impactos podem ser mitigados em período maior que 1 ano, Extremamente Significativo (71 – 100%) – danos irreversíveis ou pouca chance de recuperação.

A equação da significância utilizada é:

$$S = (40\% \text{ magnitude}) \times (40\% \text{ importância}) \times (20\% \text{ frequência})$$

Área	Aspectos	Impactos	S	F (20%)	M (40%)	I (40%)	S (%)
Manicure/Pedicure	Consumo de água	Uso de recurso natural não renovável	N	85	80	70	77
		Redução da disponibilidade do recurso	N	85	80	70	77
	Consumo de energia	Uso de recurso natural renovável	N	85	80	70	77
	Consumo de insumos	Uso de recurso natural não renovável	N	90	60	65	68
	Geração de emissões atmosféricas (compostos voláteis presentes na acetona e nos esmaltes)	Poluição do ar	N	45	25	20	27
	Geração de Efluente (água + amolecedor de cutícula)	Poluição da água	N	70	60	70	66
		Poluição do solo	N	50	60	70	62
	Resíduo Grupo A – Resíduo Biológico	Ocupação de aterro	N	80	60	70	68
		Poluição do solo	N	80	60	70	68

Área	Aspectos	Impactos	S	F (20%)	M (40%)	I (40%)	S (%)
Cabelo	Resíduo Grupo B – Resíduo Químico	Ocupação de aterro	N	70	60	70	66
		Poluição do solo	N	70	60	70	66
	Resíduo Grupo D – Resíduo Comum	Ocupação de aterro	N	40	60	70	60
		Poluição do solo	N	40	60	70	60
	Geração de Resíduos classe I - Perigoso (algodões com esmalte/acetona, luvas descartáveis, lixas descartáveis, resíduos eletrônicos, compostos voláteis presentes na acetona e nos esmaltes)	Poluição do solo	N	70	75	60	68
		Ocupação de aterro	N	70	75	60	68
		Poluição do solo	N	50	45	45	46
	Geração de Resíduos classe II A – Não inerte (água + amolecedor de cutícula)	Ocupação de aterro	N	50	45	45	46
		Poluição do solo	N	40	40	45	42
	Geração de Resíduos classe II B – Inerte (Embalagens, plástico)	Ocupação de aterro	N	40	40	45	42
		Poluição do solo	N	40	40	45	42
Cabelo	Consumo de água	Uso de recurso natural não renovável	N	85	80	70	77
		Redução da disponibilidade do recurso	N	85	80	70	77
	Consumo de energia	Uso de recurso natural renovável	N	85	80	70	77
		Uso de recurso natural não renovável	N	90	60	65	68
	Geração de efluentes (água + shampoo, condicionadores, tintas)	Poluição do solo	N	50	60	70	62
		Poluição da água	N	70	60	70	66
	Resíduo Grupo A – Resíduo Biológico	Ocupação de aterro	N	75	60	70	67
		Poluição do solo	N	75	60	70	67
	Resíduo Grupo B – Resíduo Químico	Ocupação de aterro	N	75	60	70	67
		Poluição do solo	N	75	60	70	67
	Resíduo Grupo D – Resíduo Comum	Ocupação de aterro	N	50	60	70	62
		Poluição do solo	N	50	60	70	62
	Geração de resíduos classe II A – Não inerte (água + shampoo, condicionadores, tintas, compostos voláteis presentes nos produtos)	Poluição do solo	N	70	75	30	56
		Ocupação de aterro	N	70	75	30	56
	Geração de Resíduos classe II B – Inerte (luvas descartáveis, resíduos eletrônicos, cabelos, embalagens)	Poluição do solo	N	45	40	45	43
		Ocupação de aterro	N	45	40	45	43
	Geração de emissões atmosféricas (compostos voláteis presentes nos produtos)	Alteração da qualidade do ar	N	50	25	20	28
		Poluição do ar	N	50	25	20	28
	Geração de ruído	Perturbação ao bem-estar	N	75	25	20	33
		Poluição sonora	N	75	25	20	33

Estética	Consumo de água	Uso de recurso natural não renovável	N	85	80	70	77
		Redução da disponibilidade do recurso	N	85	80	70	77
	Consumo de energia	Uso de recurso natural renovável	N	85	80	70	77
Área	Aspectos	Impactos	S	F (20%)	M (40%)	I (40%)	S (%)
	Consumo de insumos	Uso de recurso natural não renovável	N	85	60	65	67
	Geração de efluentes (água + álcool + produtos de maquiagem/estética contidos nos pincéis)	Poluição do solo	N	50	60	70	62
		Poluição da água	N	70	60	70	66
	Resíduo Grupo A – Resíduo Biológico	Ocupação de aterro	N	70	60	70	66
		Poluição do solo	N	70	60	70	66
	Resíduo Grupo B – Resíduo Químico	Ocupação de aterro	N	70	60	70	66
		Poluição do solo	N	70	60	70	66
	Resíduo Grupo D – Resíduo Comum	Ocupação de aterro	N	60	60	70	64
		Poluição do solo	N	60	60	70	64
	Resíduo Grupo E – Materiais perfurocortantes	Ocupação de aterro	N	80	60	70	68
		Poluição do solo	N	80	60	70	68
	Geração de Resíduos classe I - Perigoso (água + álcool + produtos de maquiagem/estética contidos nos pincéis, luvas descartáveis, Cotonetes, algodões com maquiagem/produtos estéticos, papel da maca, Agulhas, compostos voláteis presentes nos produtos)	Poluição do solo	N	75	75	30	57
		Ocupação de aterro	N	75	75	30	57
	Geração de Resíduos classe II A – Não inerte (Maquiagens)	Poluição do solo	N	45	50	60	53
		Ocupação de aterro	N	45	50	60	53
	Geração de Resíduos classe II B – Inerte (resíduos eletrônicos, Embalagens)	Poluição do solo	N	45	50	50	49
		Ocupação de aterro	N	45	50	50	49
	Geração de emissões atmosféricas (compostos voláteis presentes nos produtos)	Alteração da qualidade do ar	N	45	20	20	25
		Poluição do ar	N	45	20	20	25

Depilação	Consumo de energia	Uso de recurso natural renovável	N	85	80	70	77
	Consumo de insumos	Uso de recurso natural não renovável	N	85	60	65	67
	Resíduo Grupo A – Resíduo Biológico	Ocupação de aterro	N	80	60	70	68
		Poluição do solo	N	80	60	70	68
	Resíduo Grupo B – Resíduo Químico	Ocupação de aterro	N	60	60	70	64
		Poluição do solo	N	60	60	70	64
	Resíduo Grupo D – Resíduo Comum	Ocupação de aterro	N	45	60	70	61
		Poluição do solo	N	45	60	70	61
	Resíduo Grupo E – Materiais perfurocortantes	Ocupação de aterro	N	70	60	70	66
		Poluição do solo	N	70	60	70	66
	Geração de Resíduos classe I - Perigoso (luvas descartáveis, pelos, algodões com produtos depilatórios, papel da maca, agulhas)	Poluição do solo	N	80	60	50	60
		Ocupação de aterro	N	80	60	50	60
	Geração de Resíduos classe II A	Poluição do solo	N	40	50	40	44

Área	Aspectos	Impactos	S	F (20%)	M (40%)	I (40%)	S (%)
	– Não inerte (compostos voláteis presentes nos produtos)	Ocupação de aterro	N	40	50	40	44
	Geração de Resíduos classe II B – Inerte (resíduos eletrônicos, Embalagens)	Poluição do solo	N	40	60	40	48
		Ocupação de aterro	N	40	60	40	48
	Geração de emissões atmosféricas (compostos voláteis presentes nos produtos)	Alteração da qualidade do ar	N	45	20	20	25
		Poluição do ar	N	45	20	20	25

Tabela 4 – Aspectos e Impactos Ambientais

5 | PLANO DE AÇÃO PARA OPORTUNIDADE DE MELHORIA

A partir dos dados levantados a proposta para implementação de P+L no espaço de beleza é verificar a viabilização de troca de produtos químicos utilizados por outros produtos menos agressivos ao meio ambiente, a implementação de gerenciamento de resíduos, troca de insumos em determinados processos (algodões para panos de crochê, máscaras descartáveis por máscara de plástico) e implementação de boas práticas e algumas mudanças nos procedimentos dos serviços ofertados.

Segundo FONSECA (2013), apesar de ganhos econômicos atraentes e reduções significativas nos impactos ambientais, a adoção generalizada de ações de P+L permanece ainda limitada. Estudos identificaram uma série de barreiras potenciais que podem impedir ou retardar a adoção de P+L em empresas, apresentados na Tabela 5 e relacionados ao espaço de beleza estudado na Tabela 6.

Classificação	Barreiras
Conceitual	Indiferença: falta de percepção do potencial papel positivo da empresa na solução dos problemas ambientais
	Interpretação limitada ou incorreta do conceito de P+L
	Resistência à mudanças
Organizacionais	Falta de liderança interna para questões ambientais
	Percepção pelos gerentes do esforço e risco relacionados à implementação de um programa de P+L (falta de incentivos para participação no programa e possibilidade de revelação dos erros operacionais existentes);
	Abrangência limitada das ações ambientais dentro da empresa
	Estrutura organizacional inadequada e sistema de informação incompleto
Técnicas	Experiência limitada com o envolvimento dos empregados em projetos da empresa
	Ausência de uma base operacional sólida (com práticas de produção bem estabelecidas, manutenção preventiva, etc)
	Complexidade da P+L (necessidade de empreender uma avaliação extensa e profunda para identificação de oportunidades de P+L)
Econômicas	Acesso limitado à informação técnica mais adequada à empresa bem como desconhecimento da capacidade de assimilação destas técnicas pela empresa
	Investimentos em P+L não são rentáveis quando comparados a outras alternativas de investimento
	Desconhecimento do montante real dos custos ambientais da empresa
Financeiras	Alocação incorreta dos custos ambientais aos setores onde são gerados
	Alto custo do capital externo para investimentos em tecnologias
	Falta de linhas de financiamento e mecanismos específicos de incentivo para investimentos em P+L
Políticas	Percepção incorreta de que investimentos em P+L representam um risco financeiro alto devido à natureza inovadora destes projetos
	Foco insuficiente em P+L nas estratégias ambiental, tecnológica, comercial e de desenvolvimento industrial
	Desenvolvimento insuficiente da estrutura de política ambiental, incluindo a falta de aplicação das políticas existentes

Tabela 5 – Barreiras potenciais a adoção de P+L

Classificação	Barreiras
Tecnológicas	Dificuldade de encontrar tecnologias mais limpas para o processo, como materiais menos poluentes, equipamentos de lavagem de cabelos que utilizem menos água e tratamentos de efluentes líquidos distintos do tratamento utilizado para prédio de moradias convencionais
Culturais/Sociais	A clientela do serviço não possui, ainda, a preocupação ambiental como um dos fatores principais na hora da escolha do serviço e sim, a qualidade e o preço do mesmo. Além disso, a localização.
Ambientais/Políticas	Não há legislações ambientais específicas ao tema, destacando principalmente a não exigência de licenciamento ambiental para a atividade.
Econômica	Produtos com menos impactos ambientais apresentam maior valor econômico para o comprador.

Tabela 6 – Principais barreiras aplicadas ao espaço de beleza estudado

Com os dados analisados a partir da planilha de avaliação de aspectos e impactos ambientais foi possível elaborar uma lista de medidas mitigadoras. Observa-se que os principais impactos negativos encontrados durante a avaliação foram referentes ao

consumo de água, consumo de insumos, geração de efluentes e geração de resíduos.

Para redução do consumo de água é sugerida a alteração no processo de manicure e pedicure. No momento em que se utiliza a bacia para deixar os pés e mãos da cliente imersos em água para amolecer as cutículas pode ser trocado por apenas uma aplicação de água do tipo spray.

Para reduzir o consumo de insumos a sugestão é a troca de matéria-prima nos procedimentos, principalmente nos processos que envolvem maquiagem, estética e alguns procedimentos de cabelo. Também é viabilizada uma boa prática em relação ao serviço de manicure e pedicure.

A geração de efluentes é um item importante, pois, é difícil a não geração neste ramo de serviço, assim como é inviável economicamente um sistema fechado. Porém, apenas com a mudança de processo do serviço de manicure e pedicure, a quantidade de água consumida diminuirá. Outra boa prática a ser observada é no serviço de cabelo, no momento da lavagem. É recomendado que o/a profissional envolvido sempre desligue a torneira quando não é necessário utilizá-la, por exemplo, quando está aplicando o shampoo no cabelo do/a cliente. Além disso, com a troca de insumos utilizados, principalmente na questão de shampoos e condicionadores, o efluente gerado não terá a carga química que possui agora. Com isto, não irá sobrecarregar a fossa séptica do prédio com efluente composto de químicos não sugeridos para este tipo de tratamento de efluentes.

Com algumas das mudanças supracitadas, será possível, também, contribuir com uma menor geração de resíduos no salão. Considerando que cada caixa de máscaras descartáveis possui em média 100 unidades, serão descartadas essas 100 unidades a cada 100 clientes atendidas, ou seja, 1 máscara para cada cliente. Utilizando-se da máscara de plástico não descartável, só ocorrerá o descarte caso ocorra alguma avaria, como quebrar. Visto que o material de fabricação destas máscaras não descartáveis ser resistente, será muito difícil a necessidade de descarte. Para a geração de lixas de unha, com o kit próprio da cliente, ocorrerá a mesma situação. Atualmente, para cada cliente do dia, utiliza-se uma lixa que após o serviço é descartada. Caso o/a cliente leve seu kit unhas próprio, a lixa só será descartada se quebrar. Já para a troca de algodão por discos de crochê, o resíduo dos algodões não será mais gerado. Observa-se neste ponto que os discos de crochê deverão ser lavados, porém, com a utilização de produtos de maquiagem e estética veganos, não haverá produtos químicos capazes de gerar efluentes líquidos perigosos com capacidade de contaminar os recursos hídricos.

Além disso, apesar de não ser considerada como uma técnica de P+L e ser uma etapa predecessora a isto, ressalta-se a necessidade de implementar um gerenciamento de resíduos no espaço e a utilização da coleta seletiva do município. Isto é motivado pelo fato de no momento não haver uma separação adequada. Por outro lado, parabeniza-se o estabelecimento por separar os resíduos do Grupo E - materiais perfurocortantes, gerados nos procedimentos de estética, ou seja, as agulhas.

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo realizado proporcionou um modelamento lógico e detalhado dos processos para identificação dos impactos ambientais e proposição de ações de melhoria para a redução do consumo de matéria e energia na fonte e redução da geração de resíduos. Os resultados apontam para a necessidade de substituição de materiais e, principalmente, mudança de paradigma no que se refere ao uso de produtos descartáveis que expressam um volume significativo no montante final de resíduo gerado nos processos da estética.

Nesse sentido, a implementação da P+L no estabelecimento não apenas resultará na redução do impacto ambiental, mas também evidencia um potencial benefício econômico pela possibilidade de redução dos custos provenientes da aquisição de material descartável e consumo excedente de água e energia.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004:2004: **Resíduos Sólidos**. Segunda edição. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. 71p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12808:1993: **Resíduos de Serviço de Saúde**. Rio de Janeiro: ABNT, 1993. 2p.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. **Resolução – RDC ANVISA nº 3, de 18 de janeiro de 2012**. Aprova o Regulamento Técnico “Listas de substâncias que os produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes não devem conter exceto nas condições e com as restrições estabelecidas” e dá outras providências. 2012.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. **Resolução RDC nº 306, de 07 de dezembro de 2004**. Disposição sobre o regulamento técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. **Resolução - RDC nº 343, de 13 de dezembro de 2005**. Estabelece a reorganização do sistema de controle sanitário de produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes. 2005.

CRUZ, Larissa Caires. **Salão de beleza como um estabelecimento ecologicamente correto**. 2010. Acesso em: abril/2019. Disponível em: <http://www.webartigos.com/artigos/salao-de-beleza-como-um-estabelecimento-ecologicamente-correcto/47294/#ixzz45d4VV1ID>

FONSECA, Reinaldo Aparecido. **P+L: UMA NOVA ESTRATÉGIA DE PRODUÇÃO**. Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia de 2013. Acesso em: maio/2019. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos13/39018395.pdf>

GLOBAL ENTREPRENEURSHIP MONITOR - GEM. **Empreendedorismo no Brasil** - Relatório Executivo, 2014.

Lei Federal N° 12592 de 18 de janeiro de 2012 – Acesso em: abril/2019. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12592.htm

SOUZA, Nileny F. de O; SOARES NETO, Jose L. **Caracterização do Potencial Poluidor por Salões de Beleza em Palmas – TO**, Tocantins: FACTO, 2009.

METAXAS, Hiuri Martorelli; PINTO, Nathália Carolina S. M. S. **Projeto de regularização ambiental do salão de beleza social – Unidade Caiçara**, Belo Horizonte/MG. 2015.

CAPÍTULO 5

CONHECIMENTO DOS PROFISSIONAIS ACERCA DO GERENCIAMENTO E DESTINO DOS RESÍDUOS DOS SERVIÇOS DE SAÚDE

Data de aceite: 03/08/2020

Data de submissão: 02/06/2020

Ane Caroline Donato Vianna
Centro Universitário de Guanambi – UniFG
Guanambi – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/8737876731133293>

Cinoélia Leal de Souza
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia –
UESB
Guanambi – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/5342095258322552>

Elaine Santos da Silva
Centro Universitário de Guanambi – UniFG
São Carlos – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/644225117007148>

Ana Cristina Santos Duarte
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia –
UESB
Jequié – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/3604631474755045>

Denise Lima Magalhães
Centro Universitário de Guanambi – UniFG
Guanambi- Bahia
<http://lattes.cnpq.br/7256432012032001>

Vanda Santana Gomes
Centro Universitário de Guanambi – UniFG
Ibiassucê – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/0667169387134711>

Adson da Conceição Virgens
Centro Universitário de Guanambi – UniFG
Guanambi- Bahia
<http://lattes.cnpq.br/5294586812713113>

Leandro da Silva Paudarco
Centro Universitário de Guanambi – UniFG
Salvador – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/2566119693087177>

Diana Emily Mendes Guimarães
Centro Universitário de Guanambi – UniFG
Pindaí- Bahia
<http://lattes.cnpq.br/6383915272521202>

Sandy Hellen Rodrigues de Souza
Centro Universitário de Guanambi – UniFG
Guanambi- Bahia
<http://lattes.cnpq.br/7629837384129892>

Anne Layse Araújo Lima
Centro Universitário de Guanambi – UniFG
Guanambi- Bahia
<http://lattes.cnpq.br/2051365704392287>

Alysson Matheus Magalhães Silva
Centro Universitário de Guanambi – UniFG
Guanambi- Bahia
<http://lattes.cnpq.br/8184423437788278>

RESUMO: Os serviços de saúde produzem resíduos que comprometem a saúde das pessoas caso seja destinado de forma incorreta, por isso, é fundamental que os

profissionais de saúde conheçam as especificidades desse processo. Diante disso, esse estudo objetivou discutir sobre o conhecimento dos profissionais de saúde da atenção básica sobre o gerenciamento e destino dos resíduos dos serviços de saúde. Tratou-se de pesquisa qualitativa exploratória realizada com profissionais de saúde que atuavam na Estratégia de Saúde da Família (ESF) da cidade de Guanambi-BA. Os dados foram coletados em entrevistas individuais e aconteceu nas unidades de saúde. O instrumento para coleta de dados foi a entrevista com utilização de questionário não estruturado, flexível ao andamento da entrevista, composto por três questões norteadoras, que abordaram a percepção e conhecimento dos profissionais sobre a destinação final e reciclagem do resíduo da unidade. Esse estudo foi aprovado por um Comitê de Ética em pesquisa. Os resultados apontaram que a maioria dos participantes identifica os tipos de resíduos existentes na unidade, porém poucos conhecem os diferentes processos de descarte e destino necessários. Considera-se fundamental a realização de mais pesquisas na área, assim como capacitações para os profissionais atuantes na assistência à saúde, uma vez que ações como essas refletem de forma positiva na saúde da população, diminuindo riscos ocupacionais, disseminação de patologias, além de agredir menos o meio ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: Saúde Ambiental. Estratégia Saúde da Família. Resíduos de Serviços de Saúde.

KNOWLEDGE OF PROFESSIONALS ABOUT THE MANAGEMENT AND DISPOSAL OF WASTE FROM HEALTH SERVICES

ABSTRACT: Health services produce waste that compromises people's health if it is sent in an incorrect way, so it is essential that health professionals know the specifics of this process. Therefore, this study aimed to discuss the knowledge of health professionals in primary care about the management and destination of waste from health services. It was an exploratory qualitative research carried out with health professionals who worked in the Family Health Strategy (FHS) in the city of Guanambi-BA. The data were collected in individual interviews and happened in the health units. The instrument for data collection was the interview with the use of an unstructured questionnaire, flexible to the progress of the interview, composed of three guiding questions, which addressed the professionals' perception and knowledge about the final destination and recycling of the unit's waste. This study was approved by a Research Ethics Committee. The results showed that most participants identify the types of waste that exist in the unit, but few are aware of the different processes of disposal and destination required. It is considered essential to carry out more research in the area, as well as training for professionals working in health care, since actions such as these reflect positively on the health of the population, reducing occupational risks, spreading pathologies, in addition to attacking minus the environment.

KEYWORDS: Environmental Health. Family Health Strategy. Medical Waste.

1 | INTRODUÇÃO

Com o crescimento populacional do país, o destino do lixo tornou-se mais preocupante, sendo considerado um problema ambiental e de saúde pública, derivado de como a sociedade se desenvolve e o consumo realizado, vinculada ao aumento populacional. Ao ser descartado de forma incorreta desenvolve e/ou intensifica alterações físicas, químicas e biológicas no meio ambiente. Essas alterações podem ocorrer de forma quantitativa ou qualitativa, de natureza social ou ambiental, a diversidade do agente agressor, afetando direta ou indiretamente o indivíduo (CARDOSO; CARDOSO, 2016).

Ao descartar de maneira inadequada, reflete negativamente na qualidade de vida da população, ocasionando infecções, distúrbios e patologias. Dentre as formas de descarte mais comuns, estão: lixões, aterros sanitários, compostagem, coleta seletiva e incineração, sendo que a maneira como é tratado e/ou destinado interfere no ar, no solo e na qualidade de vida das pessoas (OLIVEIRA; JÚNIOR, 2016).

Para que o descarte dos lixos seja de forma correta e aceita pelos órgãos, é necessário respeitar e utilizar critérios como: técnicos como a geografia do local, quantidade e qualidade dos resíduos produzidos; ambientais como emissões de gases e líquidos gerados; políticos que abrange desde a parte administrativa até colocar em prática as leis; e as sociais com a criação de empregos e a melhor tecnologia a ser utilizada (LIMA et al., 2014).

No contexto da destinação e disposição final do lixo, os serviços de saúde apresentam características importantes que tornam esse processo peculiar, uma vez que produzem lixos e resíduos que podem comprometer ainda mais a saúde das pessoas caso seja destinado de forma incorreta. Diante disso, é fundamental que os profissionais de saúde conheçam as especificidades desse processo (VIANNA et al., 2019).

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), os Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) podem ser classificados em cinco grupos, sendo eles: A: resíduos resultantes do processo de vacinação, da atenção prestada a pacientes com suspeita ou confirmação de microrganismo com relevância epidemiológica; B: resíduos gerados da assistência domiciliar e de insumos farmacêuticos; C: rejeitos radioativos; D: resíduos destinados à reciclagem ou reutilização e resíduos orgânicos, e, E: materiais perfurocortantes (BRASIL, 2018).

De acordo a Organização Mundial da Saúde (2014), a maior parte desses RSS (75 a 90%) é considerada semelhante ao lixo doméstico, entretanto, o restante, possui características de periculosidade, tais como: patogenicidade, toxicidade e radioatividade, sendo necessário a utilização de processos diferentes para o manejo e tratamento antes da etapa de destinação final dos resíduos.

Quando se refere a sustentabilidade, todo o processo de gerenciamento que envolve a segregação, transporte, tratamento, destinação e disposição final se tornam

grandes desafios para os municípios em questão. De acordo com Moreira e Gunther (2016) essas dificuldades podem ser apresentadas como falhas de gestão, de operação e na infraestrutura, comparáveis àquelas apontadas na literatura, o que coloca em risco a segurança de profissionais da saúde e limpeza, assim como de usuários e acompanhantes.

Assuntos como esse causam impactos e preocupações quando se destaca a urgência em refletir e discutir sobre o mesmo, assim como as ações a serem realizadas para solucionar a degradação dos recursos naturais, sua interação com o capitalismo e como essa junção afeta negativamente o meio ambiente e a saúde da população (ZUPELARI; WICK, 2015).

Diante do exposto, o estudo teve como objetivo discutir sobre o conhecimento dos profissionais de saúde da atenção básica sobre o gerenciamento e destino dos resíduos dos serviços de saúde.

2 | METODOLOGIA

A pesquisa teve abordagem qualitativa exploratória, que segundo Bauer e Gaskell (2015), visa aprofundar na compreensão dos modos de vida dos entrevistados e de grupos sociais específicos, abrangendo suas crenças, valores e conceitos particulares. A pesquisa exploratória busca através de métodos, proporcionar maior familiaridade com o problema e o aprimoramento de ideias (GIL, 2010).

A população de estudo foi definida por conveniência, com a participação de 11 profissionais de saúde que atuavam na Estratégia de Saúde da Família (ESF) da cidade de Guanambi-BA, que fica a 796 km da capital Salvador, sendo o público residente dessa cidade (IBGE, 2019). Os dados foram coletados em entrevistas individuais com duração média de 20 minutos, realizadas nas unidades de saúde. Foram priorizadas áreas com carências de infraestruturas socioambiental como esgoto a céu aberto, lixo acumulado nas ruas e irregularidade na coleta de lixo.

O instrumento para coleta de dados foi à entrevista com utilização de questionário não estruturado, flexível ao andamento da entrevista, composto por três questões norteadoras, que abordaram a percepção e conhecimento dos profissionais sobre o gerenciamento e a destinação e reciclagem do lixo da unidade. Todas as entrevistas foram transcritas, assegurando quanto à confiabilidade e privacidade dos dados pessoais obtidos a partir do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e a coleta de dados deu início após assinarem e concordarem com o termo.

O tratamento dos dados foi realizado a partir da técnica de análise do conteúdo, seguindo às etapas descritas por Bardin (2011) e foi dividido em três fases: ordenação dos dados; na qual o material empírico coletado foi organizado, com a identificação das pessoas por número; classificação dos dados e análise propriamente. A amostra foi de onze profissionais, sendo seis Agentes Comunitários de Saúde (ACS), um dentista, uma

auxiliar de consultório dentário, um médico, uma enfermeira e um técnico de enfermagem. Na segunda etapa foi definida as categorias de análise: destinação inadequada do lixo doméstico e a necessidade de educação ambiental para a reciclagem do lixo. Na terceira e última fase do tratamento dos dados, foi realizada a análise minuciosa dos resultados, que foram divididos em núcleos de sentido para a posterior descrição e discussão dos resultados.

O trabalho seguiu a Resolução 466/2012 sobre pesquisa com seres humanos, preservando os direitos dos participantes e garantindo sigilo das identidades. Esse estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em pesquisa da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) e aprovado no dia 05 de dezembro do ano 2017, sob o protocolo CAAE: 79882217.8.0000.0055.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O grupo entrevistado foi composto por 11 profissionais que atuavam na Estratégia de Saúde da Família (ESF) em uma cidade localizada no interior da Bahia, integrado por seis agentes comunitários de saúde (ACS), uma enfermeira, um médico, um dentista, uma auxiliar de consultório dentário e um técnico de enfermagem. Desses, 82% eram do sexo feminino e a faixa etária variou entre 20 a 60 anos. A maioria trabalhava há mais de 10 anos naquela ESF.

É importante compreender que políticas públicas relacionadas às questões fundamentais para a saúde das comunidades pautam ações essencialmente para proteção e prevenção da saúde, e a ESF se configura uma dessas políticas. No âmbito ampliado dessa visão de saúde, é desejável e necessário que os profissionais desse campo possam participar da discussão sobre a relação da saúde com o ambiente (PINTO; ROCHA, 2016).

Apesar dos profissionais da ESF possuírem cargos distintos, ao citar a temática, os riscos que podem estar expostos são comuns, como: acidentes decorrentes do descarte incorreto de materiais perfurocortantes como agulhas e seringas utilizadas; exposição a vírus, bactérias e fungos; além da possibilidade de agredir o ambiente quando há falhas em alguma das etapas no manejo dos RSS (CARVALHO et al., 2018).

Segundo Moreira e Gunther (2016) a atenção básica se caracteriza por um conjunto de ações e práticas de saúde em âmbito individual e coletivo. Nesse sentido, todos os ambientes que produzem lixos, resíduos, realizam etapas de gerenciamento, planejamento, implementação e monitoramento são reflexos da realidade de quem os produz.

Nesse contexto, durante a pesquisa, questionou-se sobre a separação, destinação e gerenciamento dos resíduos da unidade, no qual a maioria dos profissionais identificou os tipos de resíduos que produziam na unidade, sendo que os tipos mais citados foram o

perfurocortante (72,72%), contaminado (63,63%) e comum (45,45%).

A4: Perfurocortante e o contaminado (ACS, feminino, 41-50 anos).

A5: Perfurocortante (ACS, feminino, 31-40 anos).

A8: Perfurocortante, comum e contaminado (Auxiliar de Consultório Dentário, feminino, 41-50 anos).

Como defendido por Souza e Andrade (2014), os profissionais preocupam-se mais com os insumos biológicos e patologias, e ignoram questões acerca do acúmulo de lixo, tipos de resíduos da unidade, doenças infecciosas relacionadas ao ambiente. Ações como essas são errôneas, visto que os RSS exigem tratamentos específicos para a preservação do ambiente e da saúde da população.

Sendo assim, apesar de haver placas e adesivos sinalizando os locais adequados para o descarte e como o material a ser descartado, é presente o receio quanto o desconhecimento dos profissionais sobre o tema. Uma vez que esses resíduos oferecem riscos sanitários e ambientais, desde a propagação de doenças ao aumento de risco ocupacional caso ocorra o acondicionamento incorreto de perfurocortantes ou contato com fluidos corporais e sangue, por exemplo (BENTO et al., 2017).

A6: "Ocorre a separação do lixo contaminado e não contaminado" (ACS, feminino, 31-40 anos).

O resíduo conhecido pelos profissionais entrevistados como comum, é a junção do resíduo orgânico composto pelos restos de alimentos e folhas das árvores ao redor da ESF, juntamente com os rejeitos que não são recicláveis como os resíduos de banheiros como o papel higiênico. Essa coleta é realizada três vezes na semana, sendo responsabilidade da prefeitura disponibilizar trabalhadores e materiais para recolher esses lixos.

Foi identificado pouco conhecimento dos profissionais entrevistados sobre os tipos de resíduos que a unidade de saúde produz. Essa percepção pode ser reflexo de uma formação limitada quando se refere ao território e as estratégias de ações/intervenções ambiental no campo da atenção básica, além de uma despreocupação frente à reorganização do gerenciamento dos RSS pelos profissionais.

Atualmente, o destino dos resíduos tornou-se mais preocupante, sendo considerado um problema ambiental e de saúde pública. O descarte incorreto reflete diretamente de forma negativa na qualidade de vida da população, ocasionando infecções, distúrbios e patologias. Esses produtos das ações humanas podem ser descartados de diversas formas, sendo os mais comuns: lixões, aterros sanitários, compostagem, coleta seletiva e incineração, sendo que a maneira como é tratado e/ou destinado o lixo interfere no ar, no solo e na qualidade de vida das pessoas (OLIVEIRA; JÚNIOR, 2016).

Falando especificamente da destinação final dos lixos e dos resíduos da unidade, houveram divergências nas respostas, sendo que a maioria relatou desconhecer o

processo. Além de que, os profissionais fazem relação apenas a palavra “lixo”, anulando as diferenças entre os conceitos de lixo e resíduo.

A10: “A empresa que faz a coleta do lixo e tem a coleta seletiva” (Médico, masculino, 20-30 anos).

A3: “O lixo orgânico vai no carro com o lixo da rua, e o químico e perfurocortante são coletados separados” (ACS, feminino, 41-50 anos).

A9: “O lixo comum vai na coleta de lixo normal, o contaminado fica armazenado em um local aqui na unidade e o perfurocortante fica na caixa e ambos são coletados mensalmente” (Enfermeira, feminino, 41-50 anos).

Os resíduos sólidos urbanos (RSU) citados pelos entrevistados como o “lixo comum” é uma realidade brasileira classificada como inadequada, sendo realizada de forma incorreta e geralmente em locais de céu aberto, sem medidas de proteção ao ambiente ou à saúde pública (URBAN, 2016). Em estudo sobre a situação da destinação do RSS, foi evidenciado que a coleta é parcial na maior parte do Brasil, o que dificulta respostas fidedignas sobre os locais onde são depositados os RSS (SILVA; VON SPERLING; BARROS, 2014).

Cabe salientar, que nas últimas décadas no Brasil, o arcabouço legal e regulatório aos RSS passou por atualizações, e em 2010, o Ministério da Saúde, Ambiente e Trabalho culminou a instituição da Política Nacional de Resíduos Sólidos, que foram alinhadas e complementadas com a implementação do Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS), que é o documento que descreve todas as etapas internas e externas referentes à gestão dos resíduos em serviços de saúde, que passa por constantes atualizações (BRASIL, 2010).

Diante da afirmação acima, é importante destacar a necessidade da reafirmação das práticas de ensino desses profissionais, uma vez, que a capacitação e a educação continuada são ferramentas indispensáveis para a obtenção de uma assistência qualificada independente do porte de complexidade do serviço de saúde.

Quando se trata da comunidade, percebe-se que ainda existem locais onde não é realizada a coleta do lixo e a população é adepta a queimar o “lixo doméstico”, tanto os materiais recicláveis quanto os materiais orgânicos, o que resulta em processos alérgicos e problemas respiratórios, além de aumentar a possibilidade do fogo se espalhar por matas próximas ao local da queimada como evidenciados em outros estudos (GOMES et al, 2017).

A coleta seletiva ocorre através do recolhimento e separação dos materiais orgânicos dos recicláveis, prática conhecida desde o século XX (EIGENHEER; FERREIRA, 2015) e que possui inúmeras lacunas a serem preenchidas, além de vários adeptos a ideia. O que nesse meio a reciclagem ganhou mais destaque após movimentos ambientais que mostravam a importância do trabalho, assim como a relação do meio ambiente com a

saúde. Processos como esse devem ser naturalizados e não apenas serem vistos de forma isolada.

De acordo com os determinantes e condicionantes da saúde, como alimentação, saneamento básico, lazer, trabalho e meio ambiente, legitimados pela Lei 8080/1990, reafirmam a ligação de uma saúde satisfatória com o meio em que está inserido. Enquanto profissionais, é necessário que haja conhecimento sobre educação ambiental, para que possam instruir a população (DIAS et al., 2018). No contexto da ESF, a atuação da equipe de saúde ocorre principalmente na mobilização da comunidade, devido ser caracterizar como “porta de entrada” de um sistema hierarquizado e regionalizado de saúde, com um território, população e comunidade delimitadas estão sob a sua responsabilidade (FONSECA, 2012).

Na entrada da unidade de saúde há os cestos da coleta seletiva, sendo divididas em: papel, plástico, vidro e metal. Apesar de haver o local de separação, tanto a população quanto os profissionais não fazem o uso dos cestos. Essa situação tornou-se mais evidente quando 18,18% citou a coleta seletiva como um dos lixos da unidade. Os outros resíduos citados durante a entrevista foram: químico, orgânico e não contaminado com 9% cada um.

A1: “Contaminado e coleta seletiva” (ACS, feminino, 41-50 anos).

A2: “Perfurocortante e comum” (ACS, feminino, 41-50 anos).

A7: “Comum, contaminado e perfurocortante” (Técnico de enfermagem, feminino, 51-60 anos).

A11: “Perfurocortante, contaminado e comum” (Dentista, masculino, 31-40 anos).

Nessa perspectiva, um dos questionamentos realizados aos participantes do estudo foi sobre o destino do lixo da unidade de saúde, no qual 45,45% afirmou ser no “lixão” da cidade, 18,18% em aterro controlado, 9% disse ser responsabilidade de uma empresa especializada e 27,27% declarou não saber qual era o destino dos resíduos do serviço de saúde.

A atenção primária de saúde é colocada como porta de entrada para os serviços de saúde, dispondo de acessibilidade e tem dentre os objetivos a função de ser resolutiva. Quando o assunto a ser abordado está relacionado ao meio ambiente, deve-se destacar a os cuidados com o meio ambiente e a importância dessas ações (AMARAL et al., 2017).

No estudo de Beserra et al. (2010) promoção da saúde, educação ambiental e enfermagem, os autores defendem que as questões ambientais devem fazer parte das discussões nas ações educativas em saúde, o nosso estudo em questão reafirma essa necessidade, devido a saúde ambiental ser um tema que engloba o bem-estar do indivíduo e da comunidade.

A coleta dos resíduos contaminados e dos perfurocortantes é de responsabilidade

de um trabalho terceirizado que os recolhe mensalmente e encaminham para a capital baiana, onde há o aterro sanitário e os RSS podem ser tratados e armazenados de forma adequada.

Apesar da explanação sobre alguns dos tipos de resíduos e como é feito o descarte e destinação dos mesmos, é perceptível a desigualdade entre os conhecimentos dos profissionais, haja visto que alguns relataram desde a separação até o destino final do material, e outros citaram apenas alguns dos tipos de resíduos.

Como a utilização dos “lixões” em depósitos de resíduos é incorreta, deve-se apresentar para os utentes os efeitos que o mesmo reflete no ambiente, como a contaminação das águas subterrâneas e superficiais, os malefícios para a saúde humana, além de explanar assuntos acerca da saúde ambiental (RAMOS et al., 2017).

Dentre as ações que podem trazer melhorias na qualidade de vida da população, está a educação ambiental que engloba a disseminação de conhecimentos sobre cuidados com o meio ambiente e sua relação com a saúde, além da capacitação dos profissionais da ESF, seja por meio de palestras, educação continuada e/ou oficinas para melhor compreensão do assunto (ZUPELARI; WIKI, 2015).

Por conseguinte, a finalidade e a importância do cuidado que os profissionais exercem dentro do respectivo estabelecimento, torna-se necessário que empreendam em suas atividades cotidianas um olhar mais ampliado frente a prevenção e promoção da saúde ambiental, iniciando pela maneira correta de gerenciar os resíduos produzidos dentro da sua unidade, e analisando os fatores ambientais que podem comprometer a saúde pública.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em virtude do conteúdo explanado, foi possível debater sobre o conhecimento dos profissionais da unidade de saúde sobre dos resíduos do serviço de saúde, que abrangem desde os tipos de lixos e resíduos, separação, coleta seletiva e por fim, destinação final, além do gerenciamento correto dos mesmos.

Nessa perspectiva, pode-se observar que as questões inerentes ao lixo e resíduos produzidos nas UBS, estão intrinsecamente ligadas ao gerenciamento dos profissionais de saúde, e o conhecimento dos mesmos é de extrema importância para as práticas assistenciais realizadas no território delimitado a unidade de atuação.

Verificou-se também que os profissionais de saúde não aprofundaram seu conhecimento sobre o gerenciamento correto dos resíduos, suas informações ocorreram de maneira equivocada, sendo evidenciado algumas discrepâncias em relação a temática, podendo assim comprometer a saúde da população, bem como também interferir na qualidade ambiental, nos problemas recorrentes a contaminação do meio ambiente, e principalmente na relação do meio ambiente nas práticas de saúde.

É necessário que sejam realizados mais estudos que abordem a temática do gerenciamento do RSS, que os profissionais e os usuários sejam mais ouvidos, a fim de melhorar a compreensão das ações e práticas seguras realizadas pela atenção básica, investindo em capacitações para os profissionais atuantes na assistência à saúde, minimizando os riscos ocupacionais, a disseminação de patologias, além da diminuição da agressão ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, A. P. S. et al. **Acessibilidade nas unidades de saúde da família.** Revista de Enfermagem UFPE on line. Recife, v.11, n.1, novembro, 2017.
- BARDIN. **Análise de Conteúdo.** Lisboa: Edições 70, 2011.
- BAUER, M. W.; GASKELL, G. **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático.** 13°ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2015.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Resolução 466, de 12 de dezembro de 2012.** Brasília: Ministério da Saúde, 2012.
- _____. **Resolução ANVISA RDC nº 222 de 28 de março de 2018.** Regulamenta as boas práticas de gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Poder Executivo, de 28 de março de 2018.
- _____. Presidência da República. **Lei nº 12.305, de 2 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. Brasília: Câmara dos Deputados, 2010.
- BENTO, D. G. et al. **O gerenciamento de resíduos de serviço de saúde sob a ótica dos profissionais de enfermagem.** Texto & Contexto Enfermagem, Florianópolis, v.26, n.1, março, 2017.
- BESERRA, E. P.; ALVES, M. D. S.; PINHEIRO, P. N. C.; VIEIRA, N. F. C. **Educação ambiental e enfermagem: uma integração necessária.** Revista Brasileira de Enfermagem, v.63, n.5, p.848-52, 2010.
- CARVALHO, D. C. et al. **Acidentes de trabalho com material biológico na equipe de enfermagem de um hospital do Centro-Oeste brasileiro.** Escola Anna Nery, Rio de Janeiro, v.22, n.1, janeiro, 2018.
- CARDOSO, F. C. I; CARDOSO, J. C. **O problema do lixo e algumas perspectivas para redução de impactos.** Ciência e Cultura. São Paulo, v. 68, n. 4, dezembro de 2016.
- DIAS, G. L. et al. **Representações sociais sobre saúde e meio ambiente para equipes de Estratégia Saúde da Família.** Saúde e Sociedade, São Paulo, v.27, n.1, janeiro, 2018.
- EIGENHEER, E. M.; FERREIRA, J. A. **Três décadas de coleta seletiva em São Francisco (Niterói/RJ): lições e perspectivas.** Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, v. 20, n. 4, dezembro, 2015.
- FONSECA, A. F. Q. **Ambiente e saúde: visão de profissionais de saúde da família.** Ambiente & Sociedade, v.15, n.2, p.133-150, 2012.
- Gil AC. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 5°ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GOMES, S. et al. **Potencial energético de resíduos sólidos domiciliares do município de Ponta Grossa, Paraná, Brasil.** Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, v. 22, n. 6, dezembro de 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Panorama da cidade de Guanambi, Bahia.** Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/guanambi/panorama>. Acesso em: 06 de abril de 2020.

LIMA, J. D. et al. **Uso de modelos de apoio à decisão para análise de alternativas tecnológicas de tratamento de resíduos sólidos urbanos na Região Sul do Brasil.** Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro, v.19, n.1, março, 2014.

MOREIRA, A. M. M.; GÜNTHER, W. M. R. **Solid waste management in primary healthcare centers: application of a facilitation tool.** Revista Latino Americana de Enfermagem, v.24, n.e2768, 2016.

OLIVEIRA, T. B.; JUNIOR, A. de C. G. **Planejamento municipal na gestão dos resíduos sólidos urbanos e na organização da coleta seletiva.** Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, v. 21, n. 1, março, 2016.

OMS. Organização Mundial da Saúde. **Safe management of wastes from health-care activities.** Geneva: World Health Organization, 2014.

PINTO, L. F.; ROCHA, C. M. F. **Inovações na atenção primária a saúde: o uso de ferramentas de tecnologias de comunicação e informação para à gestão local.** Ciência & Saúde Coletiva, v.21, n.5, p.1433-1448, 2016.

RAMOS, N. F. et al. **Desenvolvimento de ferramenta para diagnóstico ambiental de lixões de resíduos sólidos urbanos no Brasil.** Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro, v.22, n.6, dezembro, 2017.

SILVA, D.F.; VON SPERLING, E.; BARROS, R. T. V. **Avaliação do gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde em municípios da região metropolitana de Belo Horizonte (Brasil).** Engenharia Sanitária e Ambiental, v.19, n.3, 2014.

SOUZA, C. L.; ANDRADE, C. S. **Saúde, meio ambiente e território: uma discussão necessária na formação em saúde.** Ciência & Saúde Coletiva, v.19, n.10, p.4113-4122, 2014.

URBAN, Rodrigo Custódio. **Índice de adequação do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos como ferramenta para o planejamento: aplicação no estado de São Paulo.** Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, v.21, n.2, junho, 2016.

VIANNA, A.C.D. et al. **O papel do agente comunitário de saúde na promoção da saúde ambiental.** Revista Educação Ambiental em Ação, n.68, p. 713-729, 2019.

ZUPELARI, M. F. Z., WICK, M. A. L. **A incerteza do futuro e a questão ambiental na contemporaneidade.** Revista Subjetividades, Fortaleza, v. 15, n. 1, abril, 2015.

DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE DESOXIGENAÇÃO: ANÁLISE DE LIXIVIADO

Data de aceite: 03/08/2020

Data de submissão: 14/07/2020

Liara Jalime Vernier

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria – RS

<http://lattes.cnpq.br/7747122353709348>

Patricia Rodrigues Fortes

Universidade Federal de Santa Maria
<http://lattes.cnpq.br/0002893483510573>

Raphael Corrêa Medeiros

Universidade Federal de Santa Maria
<http://lattes.cnpq.br/2977594460581447>

Bruno Segalla Pizzolatti

Universidade Federal de Santa Catarina
<http://lattes.cnpq.br/5026793745274166>

Mariza de Camargo

Universidade Federal de Santa Maria
<http://lattes.cnpq.br/4207917790455660>

Juliana Scapin

Universidade Federal de Santa Maria
<http://lattes.cnpq.br/1144861955754543>

desoxigenação refere-se à velocidade com que o oxigênio é utilizado para degradar a matéria orgânica, sendo utilizada na modelagem de autodepuração de recursos hídricos. Através deste trabalho, objetivou-se determinar o coeficiente de desoxigenação de uma matriz de lixiviado, visando contribuir com estimativas mais eficientes de autodepuração, especificamente abordando amostras de efluente provindo de um aterro sanitário. Para isso foram abordados dois métodos matemáticos para obtenção do coeficiente de desoxigenação: o método de Thomas e método da Diferença de Logaritmos. Foram realizadas análises de $DBO_{5,20}$ de amostras do lixiviado bruto e também de diluições em diferentes concentrações. Com análises comparativas do coeficiente de determinação (R^2) calculado para ambos os métodos, chegou-se à conclusão de que o método de Thomas se mostrou mais eficiente na determinação do coeficiente de desoxigenação para o caso de matriz lixiviado.

PALAVRAS-CHAVE: Método de Thomas. Método da Diferença de Logaritmos. Demanda Bioquímica de Oxigênio.

RESUMO: A determinação do coeficiente de desoxigenação de amostras de água ou de efluentes parte de dados de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), exercida durante um certo período de dias. A taxa de

ABSTRACT: The determinate the coefficient of deoxygenation in water samples as well as effluent, initially the estimates started of Biochemical Oxygen Demand (BOD) occurred in certain period of days. This deoxygenation rate refers to speed with which the oxygen is used to degrade the organic matter, it's being used in modeling of autodepuration of water resources. The aim of this study is to find the coefficient of deoxygenation from a leachate matrix, aiming contributing to more efficient estimates of autodepuration, approaching effluent samples providing from a landfill. For this purpose was used two math methods to obtaining coefficient of deoxygenation, the Thomas's method and the Logarithm's Difference method. Analyzes of $BOD_{5,20}$ were performed on samples of the raw leachate and also of dilutions in different concentrations. With comparative analyzes of the determination coefficient (R^2) calculated for both methods, it was concluded that the Thomas method was more efficient in determining the deoxygenation coefficient for the case of leachate matrix.

KEYWORDS: Biochemical Oxygen Demand. Thomas's method. Logarithm's difference method.

1 | INTRODUÇÃO

A população mundial tem vivenciado um aumento exacerbado no consumo, o que acarreta um crescimento progressivo de indústrias, que por sua vez originam grandes centros urbanos. Assim, a quantidade de resíduos sólidos urbanos gerados diariamente aumentou significativamente, sendo que a principal disposição final destes produtos acaba ocorrendo no solo. Muitos dos locais onde são realizados esse tipo de destinação, não recebem o devido cuidado, o que pode ocasionar uma série de problemas ambientais (TAVEIRA; SILVA; RODRIGUES, 2016).

O gerenciamento incorreto de resíduos de descarte compromete a qualidade do ar, do solo e das águas. Por exemplo, em função da decomposição de resíduos sólidos (grande parte orgânicos), são liberados muitos poluentes na atmosfera, e também é gerado um contaminante líquido, altamente tóxico e com composição variada, que pode prejudicar recursos hídricos quando descartado de maneira inadequada, por infiltrar-se facilmente no solo e contaminar águas subterrâneas e também superficiais. Esse líquido, denominado lixiviado (KAWAHIGASHI et al., 2014), geralmente apresenta cor escura e odor nauseante, originado de processos biológicos, químicos e físicos da decomposição de resíduos sólidos.

Como afirmado por Fadini e Fadini (2001), o lixiviado é o líquido proveniente da disposição final dos resíduos sólidos, resultado da umidade presente nos mesmos, da água gerada durante a decomposição destes materiais e de precipitações que percolam através da matéria descartada. O lixiviado apresenta alto teor de matéria orgânica e metais pesados, além de outras características variadas e complexas, sendo um grande

contaminante para o meio ambiente.

O lixiviado contém grande variabilidade na sua composição físico-química, dependendo de vários fatores, tais como: as condições climáticas diversas e as formações geológicas do local onde se constitui. Em aterros sanitários é gerado constantemente e, com o passar dos anos, se torna menos biodegradável (MAIA et al., 2015). Tal composto, por ser um líquido com alto poder de poluição, tem sido um problema relativamente novo para a Engenharia, que procura propor formas eficientes para seu tratamento.

Quando o lixiviado é despejado em meio aquático provoca alterações severas, consumindo o oxigênio dissolvido presente, o qual é utilizado no processo de oxidação da matéria orgânica, em virtude do fenômeno de autodepuração do curso hídrico (ARCHELA et al., 2003).

Na intenção de prever a concentração de oxigênio dissolvido, a partir de modelo matemático de Streeter e Phelps (1925), quando do lançamento de efluente em meio líquido, se faz necessário o conhecimento do coeficiente de desoxigenação (K_d). Ele está relacionado à taxa de degradação da matéria orgânica, estimada pela Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), no tempo, e varia de acordo com as características específicas do efluente (RICCIARDONE et al., 2011).

Visto que há carência na disponibilidade de dados referentes a quantificações de K_d , mais ainda em casos de lixiviado de aterro sanitário, surge a necessidade de se fazer uma tentativa de avaliação destes valores (e consequentemente da DBO da matriz lixiviado), para que assim, mais pesquisadores poderem utilizar destes tipos específicos de dados numéricos ambientais.

Neste trabalho, as estimativas para o coeficiente foram operacionalizadas a partir da aplicação de dois métodos matemáticos, a saber, o método de Thomas e o método da Diferença de Logaritmos, os quais são métodos clássicos para esta finalidade e de fácil aplicação (VON SPERLING, 2014).

2 | METODOLOGIA

As amostras de lixiviado utilizadas foram coletadas no aterro sanitário da Companhia Riograndense de Valorização dos Resíduos Sólidos – CRVR, unidade da cidade de Santa Maria. Estima-se que em Santa Maria sejam gerados anualmente cerca de 37.200 toneladas de resíduos sólidos. O município localiza-se na região central do estado do Rio Grande do Sul (Figura 1), latitude de $29^{\circ} 41' 02''$ S e longitude de $53^{\circ} 48' 25''$ O, estando a uma altitude média de 115 m acima do nível do mar. Segundo estimativas do IBGE (2019), a cidade contém 282.123 habitantes, com área total de 1.780,796 km², sendo considerada uma cidade de médio porte e de grande influência econômica regional.

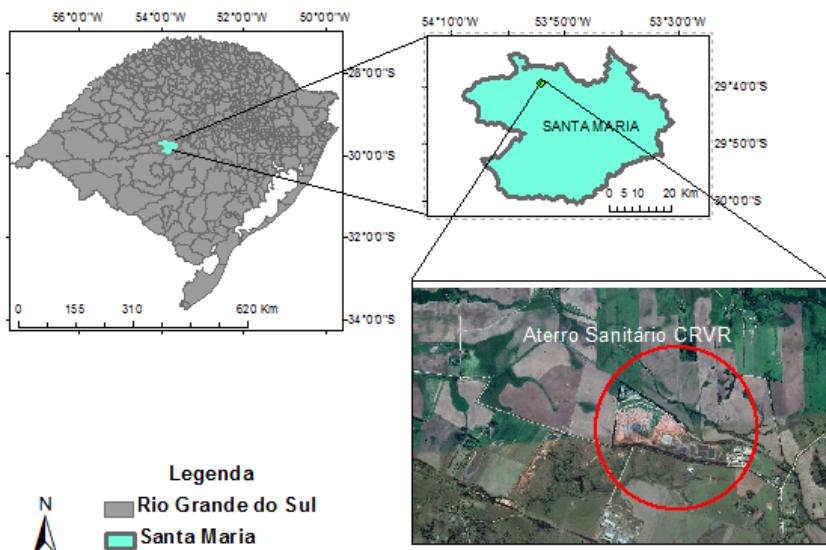


Figura 1 – Localização do aterro sanitário.

Fonte: Adaptado de Google Earth (2018).

O município de Santa Maria apresenta um clima subtropical (Cfa), com temperaturas médias anuais de 18,8 °C, sendo que as temperaturas mais frias ocorrem nos meses de julho e agosto, período em que geralmente é comum a formação de geadas. Além disso, em Santa Maria há pluviosidade significativa ao longo do ano, com precipitação média anual de 1.700 mm (PLAMSAB, 2018).

As coletas de lixiviado no aterro sanitário da CRVR foram realizadas nos dias 28/04/2018 (amostra de lixiviado bruto) e 15/05/2018 (amostra de lixiviado bruto para diluições). Estas amostras foram transportadas em recipientes de plástico, conservadas em gelo (como determinado pela Norma Brasileira – NBR 10007/2004), acondicionadas em caixa de isopor por um período de tempo inferior a 24 horas, sendo então encaminhadas ao Laboratório de Controle Ambiental (LabCAlg) do Departamento de Engenharia Química, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), em Santa Maria/RS.

As análises laboratoriais consistiram em resultados da denominada $DBO_{5,20}$ (período de análise de 5 dias, com temperatura de referência de incubação de 20 °C). Para determinação do coeficiente K pelos métodos matemáticos escolhidos, foram usados os resultados das análises laboratoriais de $DBO_{5,20}$ de amostras de lixiviado (bruto e em concentrações de 100 mg/L e 10 mg/L) do aterro sanitário da CRVR.

De posse dos resultados laboratoriais de $DBO_{5,20}$, foram aplicados o método de Thomas e o método da Diferença de Logaritmos (MENESES, 2003; ARAGÃO, 2016), sendo obtidas regressões lineares que forneceram os coeficientes (angular e linear) que foram utilizados nas estimativas de K (tal como determinado em cada um dos dois métodos).

Também foram laboratorialmente determinados valores para a Demanda Química de Oxigênio – DQO (método de refluxo fechado, de acordo com APHA et al., 2012) e para o

potencial hidrogeniônico – pH (pHmetro).

Para determinação laboratorial da DBO_{5,20}, foi utilizada sonda automática *OxiDirect* (disponível no LabCAlg – UFSM), sendo que o limite máximo de detecção deste referido aparelho não ultrapassava 4.000 mg/L.

Para as concentrações de 100 mg/L e 10 mg/L das amostras de lixiviado analisadas, foram realizadas diluições da amostra de acordo com a equação 1:

$$C_1 V_1 = C_2 V_2 \quad (1)$$

sendo:

C_1 : Concentração de DBO do lixiviado bruto;

V_1 : Volume de amostra correspondente à concentração pretendida;

C_2 : Concentração que se deseja obter (concentração final);

V_2 : Volume que será necessário para a diluição (volume final).

Para efetiva aplicação do método de Thomas, também chamado de método gráfico de Thomas, foi elaborado gráfico com cinco pontos discretos, $P (t, y)$, cuja abscissa de cada ponto corresponde ao tempo (neste caso em dias) de leitura da DBO (utilizados $t = 1, 2, 3, 4$ e 5 , que corresponde ao período de 5 dias de análise da DBO) e cuja ordenada dos pontos é dada por $y = \left(\frac{t}{y}\right)^{\frac{1}{3}}$, sendo que o valor y corresponde à DBO exercida (dados laboratoriais) em um determinado tempo t , em mg/L.

A partir da obtenção destes cinco pontos, foi então utilizado o *software Excel®* para se chegar a uma regressão linear $y = at + b$, uma vez que, pelo método de Thomas, o valor estimado para o coeficiente K depende do coeficiente angular (a) e do coeficiente linear (b) desta respectiva reta de regressão, conforme equação (2):

$$K = \frac{6a}{b} \quad (2)$$

Ainda, pelo método de Thomas, através destes mesmos coeficientes da reta de regressão pode-se estimar, através da equação (3), a Demanda Bioquímica de Oxigênio Última (L_0) em mg/L:

$$L_0 = \frac{1}{6ab^2} \quad (3)$$

Já a aplicação do método da Diferença de Logaritmos prevê a utilização de pares ordenados do produto cartesiano $t \times \ln\left(\frac{\Delta y}{\Delta t}\right)$, utilizando os dados de DBO obtidos em laboratório, sendo $\frac{\Delta y}{\Delta t}$ a taxa dos valores obtidos de DBO (dados laboratoriais). Assim, depois de calculados cinco pontos, foi utilizado o *software Excel®* para obtenção de uma regressão linear, sendo que o coeficiente angular (a) e o coeficiente linear (b) da reta de regressão foram utilizados na determinação do coeficiente K e de L_0 , de acordo com as equações 4 e 5:

$$K = -\alpha \quad (4)$$

e

$$\mathcal{L}_0 = \frac{e^b}{K} \quad (5)$$

Os valores estimados para DBO, provenientes da aplicação dos dois métodos, foram então obtidos utilizando-se o modelo Streeter-Phelps, equação 6:

$$y = \mathcal{L}_0(1 - e^{-Kt}) \quad (6)$$

Sendo, portanto, y a DBO exercida (mg/L) a partir dos valores de \mathcal{L}_0 e K calculados pelos métodos matemáticos.

Ainda, para comparações da DBO estimada (pelos dois métodos matemáticos) com a DBO observada (valores computados em laboratório, a partir de amostras de lixiviado), foram elaborados gráficos via *software* Excel®.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores obtidos através da análise realizada em laboratório, de DBO, DQO, DBO/DQO e pH para a amostra de lixiviado bruto estão dispostos na Tabela 1.

Lixiviado Bruto	
DBO _{5,20}	582 mg/L
DQO	6110 mg/L
DBO/DQO	0,09
pH	8,4

Tabela 1 – Valores analisados de lixiviado bruto.

No referido estudo, a relação DBO₅/DQO apresentou um valor de 0,09, sendo que o aterro tem 12 anos de atividade (considerado antigo). Segundo Iwai (2005), a relação DBO/DQO deve manter-se acima de 0,5 para que se tenha uma melhor biodegradabilidade em um aterro sanitário. Para uma relação DBO/DQO > 0,5 o aterro é considerado novo e instável, entre 0,1 e 0,5 indica um aterro moderadamente estável, e para uma relação DBO/DQO < 0,1 o aterro é considerado antigo.

A partir da amostra de lixiviado bruto, obteve-se o valor de pH igual a 8,48, sendo, portanto, um valor considerado alcalino, o que indica que o aterro se encontra numa fase metanogênica, onde há maior geração de metano e como o aterro possui 12 anos de atividade, já se encontra mais estabilizado. Também, a importância de se determinar o pH de uma amostra de lixiviado está relacionada à avaliação da idade do aterro, sendo que um pH mais baixo indica que o aterro é novo e se encontra numa fase ácida e um pH mais elevado indica que é mais velho e está numa fase alcalina (KUHN; REISDORFER, 2015).

Nos Quadros 1, 2 e 3 estão apresentados os valores de DBO observados, em laboratório, e estimados pelo método de Thomas e pelo método de Diferença de Logaritmos (DL) para amostra de lixiviado bruto e para as diferentes concentrações, respectivamente. Também constam o coeficiente angular (a) e o coeficiente linear (b) da reta de regressão obtida via *software* Excel®, a partir de cinco pontos provindos da aplicação de cada um dos respectivos métodos. Estão ainda elencados os valores obtidos para o coeficiente de regressão (R^2) a partir da abordagem de cada um dos dois métodos matemáticos escolhidos para realização deste estudo.

Tempo (dias)	y (DBO observada)	$\left(\frac{t}{y}\right)^{1/3}$	THOMAS		DL			
			$a = 0,0071$	$K = 0,2475$	$\frac{\Delta y}{\Delta t}$	$\ln\left(\frac{\Delta y}{\Delta t}\right)$	$a = -0,1694$	$K = 0,1694$
1	190	0,173946	$b = 0,1721$	$L_0 = 793$	190	5,2470240	$b = 5,2095$	$L_0 = 1081$
2	292	0,189910			102	4,6249728		
3	382	0,198770			90	4,4998096		
4	509	0,198814			127	4,8441870		
5	582	0,204808			73	4,2904594		
			$R^2 = 0,86$		$R^2 = 0,54$			

Quadro 1 – Aplicação do Método de Thomas e da Diferença de Logaritmos para amostra de lixiviado bruto.

Tempo (dias)	y (DBO observada)	$\left(\frac{t}{y}\right)^{1/3}$	THOMAS		DL			
			$a = 0,011$	$K = 0,2355$	$\frac{\Delta y}{\Delta t}$	$\ln\left(\frac{\Delta y}{\Delta t}\right)$	$a = -0,1981$	$K = 0,1981$
1	40	0,292402	$b = 0,2802$	$L_0 = 193$	40	3,6888794	$b = 3,8341$	$L_0 = 233$
2	76	0,297444			36	3,5835189		
3	94	0,317199			18	2,8903717		
4	116	0,325487			22	3,0910424		
5	135	0,333333			19	2,9444389	$R^2 = 0,71$	
			$R^2 = 0,96$					

Quadro 2 – Aplicação do Método de Thomas e da Diferença de Logaritmos para lixiviado na concentração de 100 mg/L.

Tempo (dias)	y (DBO observada)	$\left(\frac{t}{y}\right)^{1/3}$	THOMAS		DL			
			$a = 0,021$	$K = 0,2366$	$\frac{\Delta y}{\Delta t}$	$\ln\left(\frac{\Delta y}{\Delta t}\right)$	$a = -0,1609$	$K = 0,1609$
1	6	0,550321	$b = 0,5325$	$L_0 = 28$	6	1,7917594	$b = 1,7987$	$L_0 = 38$
2	11	0,566516			5	1,6094379		
3	13	0,613375			2	0,6931471		
4	17	0,617358			4	1,3862943		
5	20	0,629961			3	1,0986122	$R^2 = 0,34$	
			$R^2 = 0,90$					

Quadro 3 – Aplicação do Método de Thomas e da Diferença de Logaritmos para lixiviado na concentração de 10 mg/L.

A partir da análise dos valores de K decorrentes de amostras de lixiviado bruto e de diferentes concentrações, constata-se que foram obtidos resultados relativamente baixos quando comparados a outros valores de K e que não houve muitas variações nos resultados obtidos nas estimativas deste coeficiente.

O coeficiente de desoxigenação é dependente das características da matéria orgânica, ou seja, do efluente analisado, da temperatura em que se encontra a referida amostra e da presença de substâncias inibidoras. Efluentes tratados possuem um coeficiente de desoxigenação menos elevado (Quadro 4), pois parte da matéria orgânica mais facilmente assimilável já foi removida, restando somente a parte de estabilização mais delongada (VON SPERLING, 2014).

Origem	K (dia $^{-1}$)
Esgoto bruto concentrado	0,35 – 0,45
Esgoto bruto de baixa concentração	0,30 – 0,40
Efluente primário	0,30 – 0,40
Efluente secundário	0,12 – 0,24
Curso d'água com águas limpas	0,08 – 0,20

Quadro 4 – Valores típicos de K (base e, 20 °C).

Fonte: Adaptado de Fair et al. (1973) e Arceivala (1981), citados por Von Sperling (2014)

Segundo Marchezi e Engelhardt (2011), que estudaram a cinética de degradação dos efluentes brutos e tratados oriundos de uma fábrica de celulose, o valor estimado para K , encontrado através do método de Mínimos Quadrados, apresentou pouca variação (diferença entre estimativas para amostra bruta e tratada) além de também serem valores baixos. Para Marchezi e Engelhardt (2011) esse fato pode indicar que o efluente possui baixa taxa de degradação, podendo ser um indicativo da presença de materiais químicos de difícil degradação ou até mesmo tóxicos aos organismos degradadores.

No trabalho de Aragão (2017) foram estudados diferentes tipos de águas (esgoto bruto sanitário, água superficial poluída e lodo de tanque séptico) e determinada a DBO última e o coeficiente de desoxigenação, através dos métodos matemáticos (Método de Thomas, Fujimoto, Mínimos Quadrados e Diferença de Logaritmos). O referido autor relatou valores baixos de K (0,172 d $^{-1}$ para esgoto bruto, 0,141 d $^{-1}$ para esgoto tratado e 0,128 d $^{-1}$ para água poluída) à medida que se transcorre esse processo, a fração biodegradável é mais facilmente consumida, diminuindo o valor do coeficiente K .

Na Tabela 2, estão apresentados os valores obtidos com o método de Thomas (amostras: bruto, 100 mg/L e 10 mg/L), sendo este o método que melhor se adequou e apresentou valores mais expressivos para a determinação do coeficiente K através do

qual foi então calculada a porcentagem de DBO total consumida em 5 dias de análise.

	BRUTO	100	10
a	0,0071	0,011	0,021
b	0,1721	0,2802	0,5325
K	0,2475	0,2355	0,2366
DBO última (L_0)	793	193	28
DBO ₅	582	135	20
% DBO consumida	73	70	71

Tabela 2 – Valores em porcentagem da DBO consumida em 5 dias.

Nas Figuras 2 a 4 podem ser observados os resultados obtidos através do modelo de Streeter-Phelps o qual estabelece uma estimativa para DBO através da Equação 6, sendo portanto a DBO obtida a partir dos valores de L_0 e K que então foram calculados pelo método matemático de Thomas (M. Thomas) e pelo método da Diferença de Logaritmos (M. DL). Nas figuras estão mostrados os valores da DBO_{5,20} tanto observada (dados laboratoriais) como estimada (modelo de Streeter-Phelps).

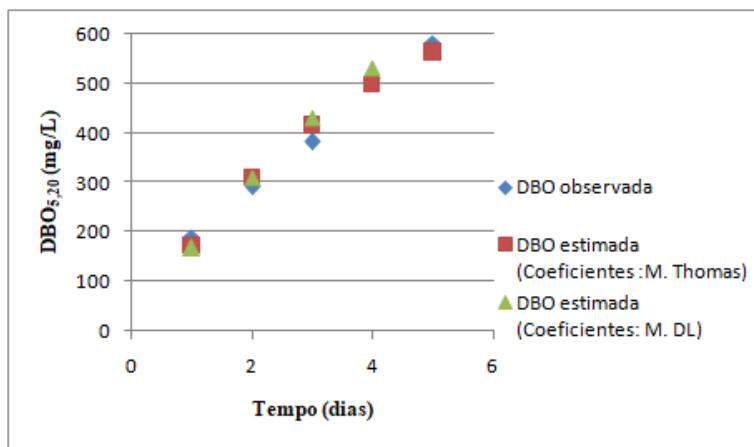


Figura 2 – DBO observada e estimada do lixiviado bruto, a partir dos dois métodos.

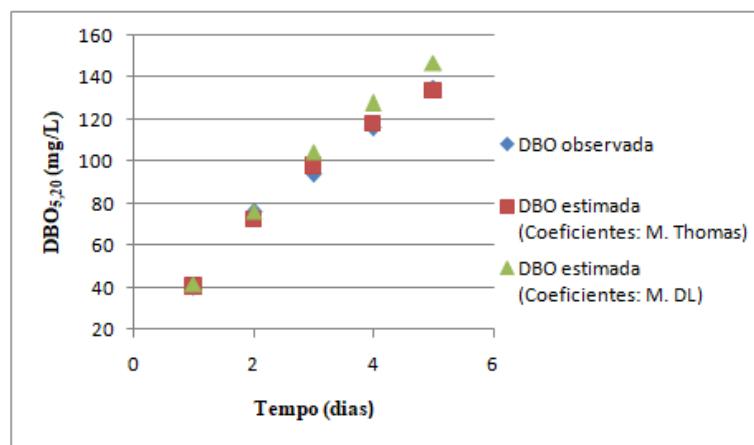


Figura 3 – DBO observada e estimada do lixiviado em concentração 100 mg/L.

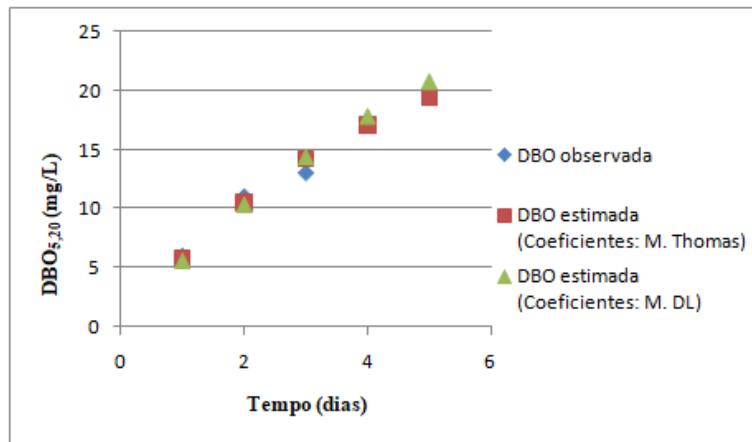


Figura 4 – DBO observada e estimada do lixiviado em concentração 10 mg/L.

Através dos gráficos, pode-se perceber que houve pouca diferença entre os valores observados e estimados para DBO. Dessa forma, os dois métodos, de maneira geral, se mostraram eficientes na determinação dos valores de L_0 e K . Esses valores foram associados ao modelo de Streeter-Phelps, vindo a estabelecer a DBO estimada, que por sua vez ficou bem próxima da DBO observada (resultados laboratoriais).

4 | CONCLUSÃO

Estimativas para o coeficiente de desoxigenação K , realizadas com amostras de lixiviado bruto e em diferentes concentrações (100 mg/L e 10 mg/L), a partir da aplicação do método de Thomas e do método da Diferença de Logaritmos, apresentaram poucas variações.

A amostra de lixiviado bruto obteve valor de K superior, através da aplicação do método de Thomas; em relação aos valores de K obtidos para amostras com concentrações menores. Isto se deve à concentração de matéria orgânica na amostra de lixiviado bruto ser maior, o que implica taxa de degradação também superior.

Ambos os métodos matemáticos abordados neste trabalho forneceram bons resultados tanto para o coeficiente K como para a Demanda Bioquímica de Oxigênio Última (L_0). Em decorrência disso a aplicação do modelo de Streeter-Phelps para cálculo da DBO estimada, conduziu a valores próximos da DBO observada (resultados laboratoriais).

Em uma análise comparativa entre os dois métodos empregados neste estudo avaliou-se o coeficiente de determinação R^2 , sendo que os resultados mais eficientes foram obtidos através do método de Thomas.

REFERÊNCIAS

APHA – American Public Health Association, AWWA – American Water Works Association, WEF – Water Environment Federation. **Standard Methods for examination of water and wastewater**. 22nd ed. Washington: American Public Health Association; 2012, 1360 pp. ISBN 978-087553-013-0.

ARAGÃO, P. E. A. **Análise sobre métodos de estimativa de parâmetros cinéticos em ensaio de degradação de matéria orgânica**. 2016. 70 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

ARCHELA, E.; CARRARO, A.; FERNANDES, F.; BARROS, O. N. F.; ARCHELA, R S. Considerações sobre a geração de efluentes líquidos em centros urbanos. **Geografia**, Londrina, v. 12, n. 1, Jan/Jun2003. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/viewFile/6711/6055>>. Acesso em: 05 jul. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10007: **Amostragem de Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro, 2004.

FADINI, P. S; FADINI, A. A. B. Lixo: desafios e compromissos. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**. São Paulo: Edição especial, 2001.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades**: Rio Grande do Sul. Disponível em:<<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=430850>>. Acesso: 09 jul. 2020.

IWAI, C. K. **Tratamento de chorume através de percolação em solos empregados com material de cobertura de aterros para resíduos sólidos urbanos**. 2005. 222 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2005.

KAWAHIGASHI, F.; MENDES, M. B.; JÚNIOR, V. G. da A.; GOMES, V. H.; FERNANDES, F.; HIROOKA, E. Y.; KURODA, E. K. Pós-tratamento de lixiviado de aterro sanitário com carvão ativado. **Eng Sanit Ambient**, v. 19, n.3, jul./set., 2014. DOI: 10.1590/S1413-41522014019000000652. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v19n3/1413-4152-esa-19-03-00235.pdf>>. Acesso em: 05 jul. 2020.

KUHN, D.; REISDORFER, G. Avaliação da eficiência da aplicação de coagulante orgânico em chorume para remoção de carga orgânica e nutrientes. **Tecno-Lógica: Revista do Depto de Química e Física, do Depto de Engenharia, Arquitetura e Ciências Agrárias e do Mestrado em Tecnologia Ambiental**, Santa Cruz do Sul, v. 19, n. 1, p 64-68, jul./dez., 2015. Disponível em: <<https://online.unisc.br/seer/index.php/tecnologica/article/view/5460>>. Acesso em: 07 jul. 2020.

MAIA, I. S.; RESTREPO, J. J. B.; JUNIOR, A. B. de C.; FRANCO, D. Avaliação do tratamento biológico de lixiviado de aterro sanitário em escala real na Região Sul do Brasil. **Eng Sanit Ambient**, v. 20, n.4, out./dez., 2015. DOI: 10.1590/S1413-41522015020040140926. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v20n4/1413-4152-esa-20-04-00665.pdf>>. Acesso em: 28 jun. 2020.

MARCHEZI, T. T. B.; ENGELHARDT, B. A. S. Estudo da cinética de degradação da matéria orgânica dos efluentes bruto e tratado oriundos de fábrica de celulose. In: 51º Congresso Brasileiro de Química, 2011, São Luiz/ MA. **Anais**. São Luiz/ MA: CBQ, 2011. Disponível em:<<http://www.abq.org.br/cbq/2011/trabalhos/5/5-144-10574.htm>>. Acesso em: 08 jul. 2020.

MENESES, C. G. R. Evolução da biodegradabilidade da matéria orgânica em um sistema de lagoas de estabilização. In: 22º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2003. Joinville/SC. **Anais**. Joinville/SC: CBESA, 2003. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes22/civ.pdf>>. Acesso em: 05 abr. 2018.

PLAMSAB – **PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL DE SANTA MARIA**. Introdução, Comunicação e Diagnóstico, 2018.

RICCIARDONE, P.; PEREIRA, O. dos S.; PEREIRA, C. de S. S. Avaliação da Capacidade de Autodepuração do Rio das Mortes no Município de Vassouras/RJ. **Revista Eletrônica TECCEN**, Vassouras, v. 4, n. 3, set./dez., 2011. Disponível em: <<http://editora.universidadedevassouras.edu.br/index.php/TECCEN/article/view/491/pdf>>. Acesso em: 06 jul. 2020.

TAVEIRA, M. V.; SILVA, A. M. da; RODRIGUES, L. dos S. Impactos do aterro sanitário do município de Três Corações, Minas Gerais, na qualidade da água subterrânea. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Três Corações, v. 14, n. 1, jan./jul. 2016. Disponível em: <<https://periodicos.unincor.br/index.php/revistaunincor/article/view/3005/2420>>. Acesso em: 02 fev. 2018.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 4. ed. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2014. 472 p.

CAPÍTULO 7

MODELAGEM ESPACIAL DA DINÂMICA DO DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA NA REGIÃO DA FLORESTA NACIONAL DO JAMANXIM

Data de aceite: 03/08/2020

Data de submissão: 14/07/2020

Jamile Costa Paes Ferreira

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica, Rio de Janeiro
<http://lattes.cnpq.br/1217092084664457>

Alessandra Carreiro Baptista

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica, Rio de Janeiro
<http://lattes.cnpq.br/6985060858517802>

RESUMO: O desmatamento vem se apresentando de forma desordenada como um dos maiores problemas ambientais existentes, principalmente na região amazônica. A Floresta Nacional do Jamanxim é uma das unidades de conservação que mais sofre com o desmate no Brasil, criada em meio à necessidade de análise sobre a influência da rodovia inserida na região, com o objetivo de diminuir o desmatamento local. É importante o monitoramento florestal constante para que tal problemática tenha expansão notada o quanto antes para possíveis intervenções de políticas públicas. Nesse contexto, o trabalho teve como objetivo analisar desmatamento na região da Floresta Nacional

do Jamanxim no período de 1986 a 2006, simulando um cenário atual para comparação, além de cenário futuro para 2050. Tais simulações foram feitas através de modelagem, utilizando a ferramenta Land Change Modeler – LCM, associada a variáveis possivelmente influentes. A modelagem dinâmica ambiental representa ferramenta importante que permite a geração de simulações com intenso desenvolvimento nas últimas décadas devido à popularização do Sistema de Informação Geográfica - SIG. Destacou-se como resultado da modelagem um aumento expressivo de desmatamento e representação de áreas de expansão cada vez maior. Os cenários gerados permitiram identificação de ameaças e oportunidades de recuperação, concluindo que os resultados foram coerentes e que LCM se apresentou como uma boa ferramenta de simulação.

PALAVRAS -CHAVE: Modelagem, LCM, Desmatamento, Unidade de Conservação, SIG.

SPATIAL MODELING OF DEFORESTATION
DYNAMICS IN THE AMAZON IN JAMANXIM
NATIONAL FOREST REGION

ABSTRACT: Deforestation has been presented in a disorderly manner as one of the biggest environmental problems today, mainly in the

amazon region. The Jamanxim National Forest is one of the conservation units which most suffering by deforestation in Brazil, created in the midst of analyze need about the influence of the highway inserted in the region, in order to reduce local deforestation. Constant forest monitoring is important and aims at turning this problem notice as soon as possible for public policy interventions. In this context, the research aimed to analyze deforestation in the Jamanxim National Forest region from 1986 to 2006, simulating a current scenario by comparison with reality, in addition to the future scenario for 2050. The simulations are done by modeling, using the Land Change Modeler - LCM tool, associated with possibly influential variables. Dynamic environmental modeling represents an important tool that allows the generation of simulations with intense development in the last decades due to the popularization of the Geographic Information System - GIS. As a result of the modeling, a significant increase in deforestation and representation of increasing expansion's areas stood out. The generated scenarios allowed the identification of threats and recovery opportunities, concluding that the results were consistent and that LCM presented itself as a good simulation tool.

KEYWORDS: Modeling, LCM, Deforestation, Conservation Unit, GIS.

1 | INTRODUÇÃO

O espaço em que vivemos está sempre em transformação e entender o porquê e como essas mudanças ocorrem tem sido foco de muitos trabalhos com viés na problemática ambiental. O que demonstra a importância da análise e monitoramento do espaço e a constante necessidade de reflexão sobre as consequências geradas, principalmente, aquelas oriundas de ações antrópicas.

Segundo Besser de Deus (2013), espaço e tempo são conceitos fundamentais para compreender as mudanças ao redor e que em âmbito de planejamento ambiental, por exemplo, tais termos tornam-se responsáveis pela compreensão da dinâmica socioespacial e ambiental.

Este trabalho volta-se à necessidade da análise espacial e caracteriza-se pela aplicação de modelagem espacial para compreensão conceitual de um cenário futurístico gerado para o desmatamento, através da verificação das alterações locais, ocorridas com decorrer do tempo.

Lima (2013) cita que devido à ampla disponibilização de dados de Sensoriamento Remoto e a popularização em grande escala de plataformas de Geoprocessamento, a modelagem dinâmica da paisagem ganhou destaque e grande incentivo nas últimas décadas.

De posse dos dados e definição das variáveis que influenciam a mudança de uso da terra, pode-se elaborar um modelo que melhor se ajuste à realidade da área em estudo e, após avaliar a qualidade do resultado, inferir sobre a capacidade de geração de cenários futuros através de prognósticos.

As análises e conclusões podem auxiliar a difusão para a comunidade acadêmica, para a administração pública e demais partes interessadas, de diretrizes capazes de modelar o ambiente e avaliar sua dinâmica temporal.

2 | METODOLOGIA E DADOS

2.1 Caracterização da área de estudo

A área de estudo fica localizada a sudeste do estado do Pará e tem como referência a inclusão em grande parte da região da Floresta Nacional do Jamanxim, que se caracteriza como uma das unidades de conservação que mais sofre com o desmate no Brasil.

A região situa-se em meio a dois Parques Nacionais, a duas Florestas nacionais e também a uma Área de Proteção Ambiental. Todos constituídos no ano de 2006 como unidades de conservação federal.

2.2 Materiais utilizados

- Duas imagens do satélite Landsat5, sensor TM, resolução espacial de 30 m, datadas de 27/06/1986 e 18/06/2006; uma imagem do satélite Landsat8, sensor OLI, resolução espacial de 15 m datada de 22/06/2019 (USGS).

- Arquivo em formato shapefile (.shp), contendo BR-163 e rodovias vicinais da região na escala 1:250.000 (IBGE);

- TerrSet *version 18.21*, © The Clark Labs for Cartographic Technology and Geographic Analysis;

- SPRING 5.4.1 (CÂMARA, SOUZA, FREITAS e GARRIDO, 1986);

- QGis 2.14 – Essen, Projeto Código Aberto Geospatial Foundation; e

- Planilha eletrônica.

2.3 Obtenção da base cartográfica e Classificação das imagens

A obtenção da série histórica de imagens de satélite da região deu-se pelo órgão *United States Geological Survey* – USGS, Serviço Geológico dos Estados Unidos. Foram selecionadas imagens da mesma época, junho, para diminuir discrepância de respostas espectrais, dos anos 1986, 2006 (ano de criação do Parque Nacional do Jamanxim) e 2019.

Para a classificação, utilizou-se o *software* SPRING. Objetivou-se a escolha de amostras de aquisição e teste feitas para três temas, ou classes, sendo elas: água, área vegetada e área não vegetada. A classificação foi feita com classificador Maxver-lcm, com limiar de aceitação igual a cem por cento, gerando relatório de classificação de cada imagem classificada.

Com as imagens classificadas, foi criado no software QGis um polígono, com a

função de recortar igualmente as três imagens para a delimitação da área de estudo. A partir da classificação foram obtidos os mapas de uso e cobertura da terra para os 3 anos, compostos pelas três classes temáticas.

2.4 Geração de gráficos e mapas

Importadas as imagens para o software TerrSet, o primeiro módulo utilizado da ferramenta Land Change Modeler – LCM foi o “CHANGE ANALYSIS”, utilizado para as metodologias em sequência.

Em parâmetros do projeto, foram inseridas imagem anterior (t1) e posterior (t2), os mapas de uso e cobertura da terra de 1986 e de 2006 nessa ordem. Gerou-se o gráfico de perdas e ganho, onde foi possível primeira análise de forma estatística de cada classe entre os anos de referência.

Foi gerado um mapa de mudança demonstrando as transições possíveis entre as classes utilizadas, selecionando a opção ignorar transições com áreas menores que 1000 km², por representar a transição mais expressiva no gráfico.

2.5 Variáveis explanatórias

Foi utilizada como uma das variáveis explanatórias, a rodovia federal, BR 163, e rodovias vicinais situadas à leste da área de estudo e disponibilizada pela Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

No software TerrSet, foi gerado um mapa de distância em relação às rodovias na ferramenta “Distance” e deu-se início ao módulo “TRANSITIONS POTENTIALS” no LCM. Para a transição do sub-modelo foi selecionada a transição mais expressiva e nomeada como desmatamento, representando a transição de referência do sub-modelo.

Em sequência, foi criado mapa de probabilidade de evidência de transição, utilizando transformação do tipo evidência de similaridade, e relacionando o mapa de mudança, ignorando transições menores que 1000 km² com o mapa de uso e cobertura da terra para o ano de 1986. Este mapa de probabilidade gerado representa a segunda variável explanatória utilizada.

Em teste e seleção das variáveis, as duas variáveis explanatórias, são inseridas e testadas através do teste V- Cramer, que testa o poder de influência das mesmas. Quanto maior o valor do teste, que vai de zero a um, maior a relação entre a classe e a variável explanatória.

Mantendo as funções das variáveis estáticas, executou-se o submodelo de transição, utilizando o algoritmo automático do LCM, Rede neural MPL, onde não há intervenção do usuário e a função é gerar uma imagem de transição potencial que descreve a probabilidade de uma transição ocorrer. No trabalho, foi utilizado como critério de parada e como parâmetro da rede neural o valor de 10000 iterações sugerido pela ferramenta.

2.6 Elaboração e validação de cenário

No terceiro módulo do LCM, “CHANGE PREDICTION”, em modelagem de mudança, foi feita a escolha da data, ano de 2019, para a modelagem de um cenário predito através da cadeia de Markov, uma matriz de probabilidade de transição. Em alocação de mudanças, foi gerado o modelo *hard prediction*, a imagem predita para o ano de 2019, chamada também de Cenário 1.

Por fim, a validação da modelagem foi feita tendo como referência o mapa de uso e cobertura da terra de 2019, utilizando o mapa de uso e cobertura da terra de 2006 como t1 e o mapa de uso e cobertura da terra predito para 2019 como t2. Dessa forma, foi elaborado um mapa de perdas, ganhos e falsos alarmes e realizado o cálculo da porcentagem de cada um destes incidentes para analisar se a validação foi satisfatória ou não.

Segundo Besser de Deus (2013), a ferramenta de validação é aplicada para avaliar modelo do tipo “hard”. Por ele determinar locais de mudanças, é muito difícil atingir previsão acurada de forma elevada. A taxa de acerto, indicada por Eastman (2016), fica em torno de 20%. A previsão “hard”, indica melhor estimativa de apenas um entre muitos modelos pois com o tempo, existem mais áreas com potencial de mudanças do que áreas que vão mudar realmente. Por isso, a comparação do modelo “hard” com a realidade gera uma taxa de sucesso não muito alta.

2.7 Comparação entre o mapa de uso e cobertura da terra predito e o mapa da de uso e cobertura da terra (2019) e elaboração de cenário futuro

Tem-se o mapa de uso e cobertura da terra de 2019 e o mapa de uso e cobertura da terra predito de 2019, gerado por modelagem, o cenário 1. Para a comparação entre os mapas, foram calculadas as áreas de cada classe dos dois mapas e elaborado um gráfico para análise das diferenças.

Para a geração do cenário futuro, modificou-se a data para a geração da cadeia de Markov para o ano de 2050, gerando assim um novo modelo de predição para 44 anos a partir também do intervalo de 1986 e 2006, a imagem predita de 2050, cenário 2 do projeto.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Classificação de imagens

Tem-se, primeiramente, os mapas de uso e cobertura da terra de 1986, 2006 e 2019 (Figura 1) e análise das tabelas de matriz de classificação e resultados das classificações.

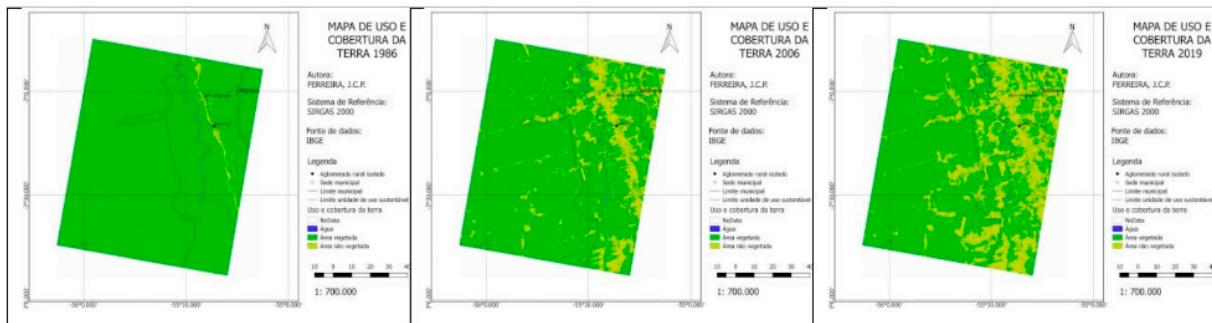


Figura 1 - Mapas de uso e cobertura da terra dos anos de 1986, 2006 e 2019 em sequência.

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Observa-se no mapa de 1986 analisando a área vegetada, na cor verde e a área não vegetada na amarela, que há uma predominância maior de área vegetada. No mapa de 2006 é possível visualizar uma expansão da área não vegetada, o que é ainda maior no mapa de 2019.

Na avaliação da qualidade das classificações das imagens, observou-se nas diagonais principais das matrizes, números bem próximos de 100%, valor de desempenho geral das classificações também próximos de 100% e confusão média menor que 2%, o que representa boas classificações com valor baixo de confusão entre as classes.

Percebe-se visualmente a expansão do desmatamento a partir da alteração da área vegetada para não vegetada e aumento de pixels representando a transição. Nota-se que a região passou por drástica expansão de desmatamento que se apresenta de forma crescente.

3.2 Análises de mudanças e potenciais de transição

Os resultados de análise de mudanças são inicialmente apresentados pelo gráfico de perdas e ganhos por categoria, ou classe (Gráfico 1).

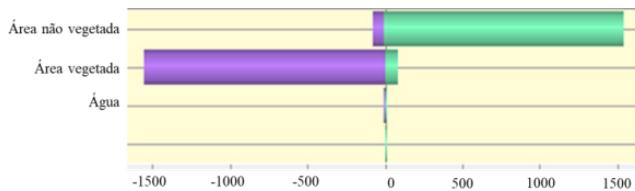


Gráfico 1 - Gráfico de perdas e ganhos das classes em km².

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Observa-se que perda e ganho da categoria água são consideravelmente nulos, porém é altamente considerável a perda na categoria área vegetada e o ganho na categoria de área não vegetada. Intensificando a percepção de desmatamento na área de forma gráfica e estatística.

Na Figura 2 apresenta-se a transição de área vegetada para não vegetada em cor

vermelha, por ser a transição de maior interesse.

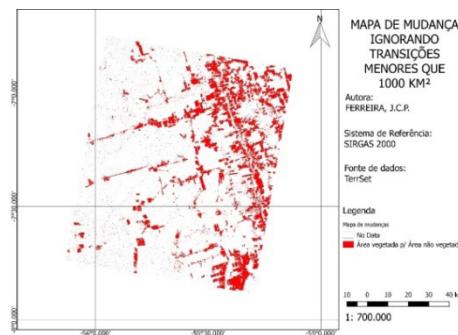


Figura 2 - Mapa de mudança ignorando transições menores que 1000 km².

Fonte: Elaborado pelas autoras.

A Figura 2 apresenta a transição mais expressiva, representando assim, o aumento no desmatamento na região.

A Figura 3 ilustra os mapas de distância às rodovias e o de probabilidade de evidência de transição, as duas variáveis explanatórias.

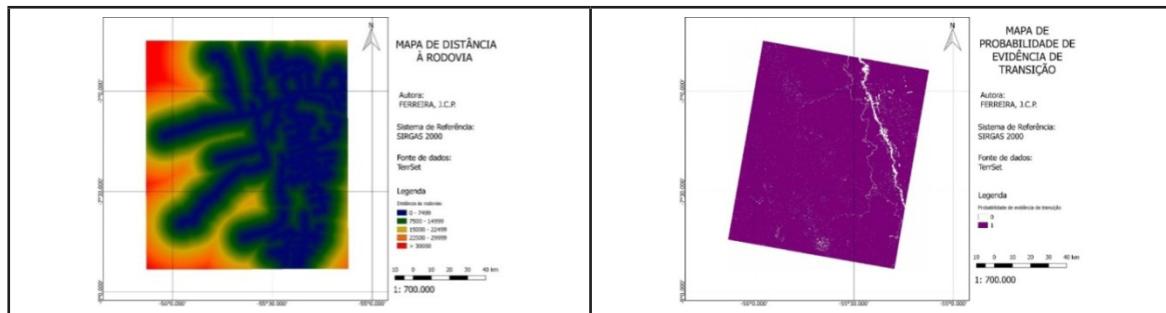


Figura 3 – Mapa de distância às rodovias e probabilidade de evidência de transição.

Fonte: Elaborado pelas autoras.

O mapa de distância mostra a proximidade às rodovias na cor azul e mais longe na cor vermelha. A distância às rodovias foi utilizado como variável explanatória e foi testada com V-Cramer cujos resultados mostraram uma maior relação entre as rodovias e a área não vegetada em comparação com a área vegetada e mínima relação com água. Esse resultado era esperado, tendo em vista que a incidência de área não vegetada observada ocorre mais próximo das rodovias, em 1996, 2006 e 2019.

O mapa de probabilidade de evidência de transição representa transição da área vegetada para não vegetada e indica os valores de possível transição na cor roxa. Tal variável foi testada através de V-Cramer onde houve forte relação da variável com a área não vegetada, pouca relação com área vegetada e mínima relação com água. O que é lógico, tendo em vista que o mapa é referente à distância de toda a área em relação às áreas não vegetadas.

Por fim, as duas variáveis foram inseridas na estrutura de transição do submodelo e adicionadas ao modelo. A geração do submodelo representa um mapa de transição potencial - *soft prediction map* (Figura 4), que após treinamento de rede e ajuste de erros teve acurácia da rede neural de 73,63%. O que representa bom valor de correção do modelo ajustado às variáveis.

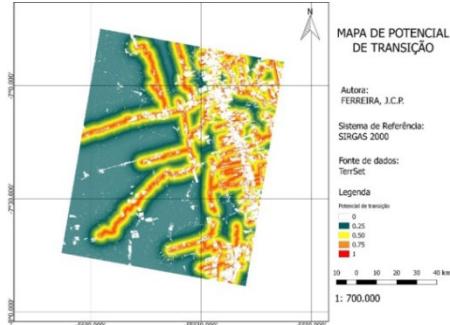


Figura 4 - Mapa de transição potencial.

Fonte: Elaborado pelas autoras.

O mapa mostra forte potencial de transição das áreas vegetadas para não vegetadas na cor vermelha e potencial nulo na cor branca, demonstrando associação entre o potencial de transição pela proximidade às rodovias.

3.3 Predição de mudanças

A Tabela 1 mostra a matriz de transição da cadeia de Markov para o ano de 2019.

	Água	Área vegetada	Área não vegetada
Água	0,8522	0,1091	0,0387
Área vegetada	0,0002	0,8835	0,1163
Área não vegetada	0,0032	0,2474	0,7494

Tabela 1 - Matriz de transição da predição de 2019 utilizando Cadeia de Markov.

Fonte: Elaborado pelas autoras.

A matriz relaciona as classes entre si e suas possíveis transições, ou mudanças de uma classe para outra. Observa-se na Tabela 1 que há uma maior relação de possível mudança entre as classes de área vegetada e área não vegetada mesmo que não muito forte.

Com a associação da cadeia de Markov feita, foi gerado o mapa de predição (*hard prediction map*) para o ano de 2019 (Figura 5).

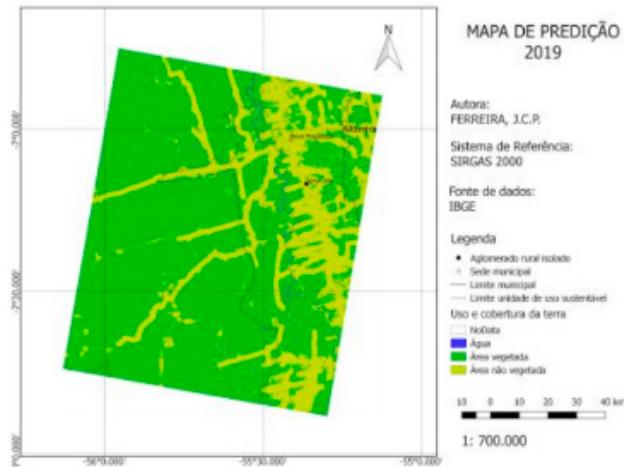


Figura 5 - Mapa de predição para 2019.

Fonte: Elaborado pelas autoras.

A figura 5 apresenta o resultado mais esperado através da modelagem da ferramenta LCM, a imagem predita de 2019, uma imagem modelada representando uma predição de cenário da região a partir de dois tempos distintos e pretéritos da mesma área, 1986 e 2006.

A validação do mapa de predição para 2019 (Figura 6) foi realizada a partir da comparação com o mapa de uso e cobertura da terra de 2019 (mapa de referência), advindo da classificação da imagem Landsat. Essa comparação foi realizada a partir do intervalo de tempo entre o mapa de uso e cobertura da terra do ano de 2006 como t1 e a imagem predita de 2019, o cenário 1, como t2.



Figura 6 - Mapa de validação da predição gerada para o ano de 2019.

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Tem-se na figura 6 a comparação das classes nos mapas de uso e cobertura da terra para o ano de 2006, 2019 predito e uso e cobertura da terra do ano de 2019 respectivamente nessa ordem. Segundo análises e valores em porcentagem de falsos alarmes, erros e acertos da validação da modelagem, o modelo teve 17% de acerto, o que é satisfatório, segundo Eastman (2016), pois os valores de acerto na validação de *hard*

prediction maps classificam-se como bons quando próximos de 20%.

3.4 Comparação entre cenário predito e classificado de 2019

A Tabela 2 mostra os valores de área em km² das classes de área vegetada e não vegetada para o mapa de uso e cobertura da terra de 2019 e o mapa predito para uma maior comparação entre os dois.

	Mapa de uso e cobertura da terra (2019)	Mapa Predito (2019)
Área Vegetada (Km ²)	7564	7637
Área Não Vegetada (Km ²)	2790	2720

Tabela 2 - Comparação de áreas entre imagem classificada e predita do ano de 2019.

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Verifica-se proximidade nos valores nos dois mapas. Além da distribuição espacial do desmatamento representado de forma similar na imagem modelada, perceptível visualmente, os valores de suas classes não diferem muito da imagem classificada, utilizada como referência para os usos da terra. Com os dados da tabela, foi gerado um gráfico com representação da relação entre os valores de área vegetada e não vegetada nas duas imagens (Gráfico 2).

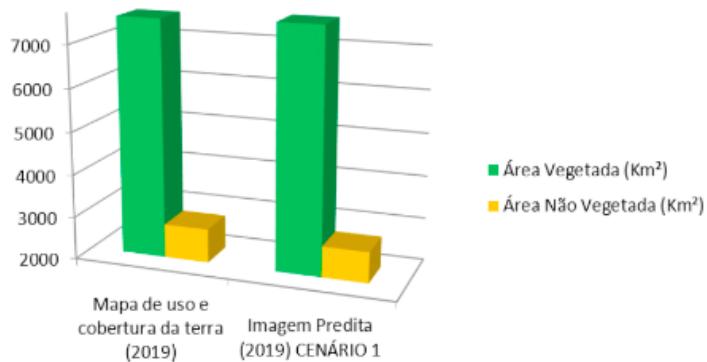


Gráfico 2 - Gráfico comparativo de valores de área vegetada na imagem predita para o ano de 2019 e imagem classificada para o mesmo ano.

Fonte: Elaborado pelas autoras.

De acordo com o gráfico, percebe-se pouca diferença entre as áreas vegetadas e não vegetadas da imagem predita e classificada do ano de 2019. Os mapas comparados são bem semelhantes visualmente, além dos valores de classes o que leva à conclusão de que o modelo gerado se aproximou realmente da imagem utilizada como referência,

ou seja, a modelagem atendeu às expectativas resultando em cenário próximo daquele pressuposto como real.

3.5 Geração de cenário futuro

Com a validação satisfatória e comparação entre cenário 1 e mapa tido como real apresentando valores equiparáveis, tornou-se interessante a análise e geração de um cenário futuro. A Tabela 3 mostra a matriz de transição a partir da cadeia de Markov para a geração do cenário para 2050 (cenário 2).

	Água	Área vegetada	Área não vegetada
Água	0,5826	0,2986	0,1188
Área vegetada	0,0016	0,7496	0,2487
Área não vegetada	0,0067	0,5302	0,4632

Tabela 3 - Matriz de transição para 2050 – Cadeia de Markov.

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Verifica-se uma relação de possível transição entre as classes de área vegetada e não vegetada, até maior que na predição para 2019. Com a matriz de transição apresentada, é possível a geração da predição para o ano de 2050 (Figura 7).

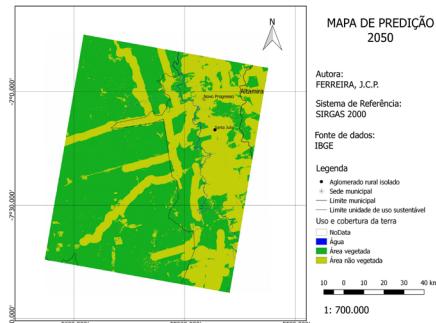


Figura 7 - Imagem predita de 2050.

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Observa-se na figura 7, um adensamento maior do desmatamento na porção oeste do mapa, demonstrando coerência com o mapa de transição potencial. O LCM produziu uma paisagem simulada com padrão de manchas de desmatamentos lineares, expandidas a partir das bordas de áreas desmatadas pré-existentes. O que pode ser numericamente analisado a partir da Tabela 4.

	Imagen Classificada (2019)	Imagen Pridita (2019)	Imagen Pridita (2050)
Área Vegetada (Km ²)	7564	7637	6493
Área Não Vegetada (Km ²)	2790	2720	3865

Tabela 4 - Comparação de áreas entre imagem classificada e predita do ano de 2019 e imagem predita do ano de 2050.

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Observa-se aumento expressivo de área não vegetada para a região em relação a 2019, o que representa a necessidade de maior observação sobre a área, levando em consideração que se não forem inseridas novas propostas de conservação, a tendência é o aumento do desmatamento.

Em comparação com os mapas de uso e cobertura da terra dos anos iniciais do projeto, as simulações para 2019 e 2050 obtidas a partir do modelo, indicaram redução de áreas de cobertura vegetal e aumento expressivo de áreas não vegetadas. Pode-se dizer que foram “pessimistas”, pois apontaram mudanças em uma direção negativa em relação à conservação da cobertura.

As simulações constituem importante instrumento de planejamento para a gestão da região da Floresta Nacional do Jamanxim, na medida em que podem ser estabelecidos programas face às mudanças do uso e cobertura da terra, além de elaboração de estudos de impactos e políticas públicas, e planejadas possíveis alternativas de implantação de projetos e preservação.

4 | CONCLUSÕES

A análise temporal do uso e cobertura da terra e definição das classes utilizadas foram possíveis pela percepção visual e textural das imagens Landsat, onde foi possível separar a água e as áreas vegetadas das não vegetadas.

A análise de mudanças do uso e cobertura da terra na região, no período 1986-2006, permitiu concluir que as mudanças mais expressivas, ocorreram com a expansão de áreas não vegetadas sobre áreas vegetadas em função do intenso processo de desmatamento ao longo das rodovias.

A construção do submodelo de transição condicionadas às variáveis explanatórias possibilitou construir, um modelo de previsão do uso e cobertura no tempo futuro, a partir da modelagem de transições potenciais para o período estudado, e posteriormente, a alocação de mudança com a geração de simulações do uso e cobertura da terra para o ano de 2050.

A geração da primeira predição, feita para o ano de 2019, demonstrou-se coerente e satisfatória quando comparada ao mapa de uso e cobertura da terra obtido através da classificação para o mesmo ano e a validação da simulação apresentou resultados satisfatórios, mesmo apontando razoável quantidade de erros e falsos alarmes.

A predição do cenário futuro da região deu-se de forma consistente, uma vez que, no período analisado, a região apresenta diminuição da área vegetada, ou seja, diminuição expressiva de florestas.

O LCM é um modelo de simulação de mudanças de uso da terra, previamente elaborado, que é apresentado ao usuário na forma de abas onde são solicitados valores

para parametrizar o modelo e apresentou-se como uma ferramenta intuitiva, possibilitando com a utilização de seus módulos passo a passo. Entretanto, esse modelador possui como desvantagem não permitir ajustes estruturais, apenas a alteração dos parâmetros disponibilizados pelo *software*.

REFERÊNCIAS

- BESSER DE DEUS, L. A. **Espaço e tempo como subsídios à construção de cenários de uso e cobertura da terra para o planejamento ambiental na Amazônia: o caso da bacia do Rio Acre**. Rio de Janeiro, 2013. Tese de Doutorado. Rio de Janeiro, Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).
- CÂMARA, G.; SOUZA, R. C. M.; FREITAS, U. M.; GARRIDO, J. “**SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling**”. Computers & Graphics, 1996.
- EASTMAN, J. R. **TerrSet – Geospatial Monitoring and Modeling System Manual**. Worcester: ClarkLabs, 2016. 391 p.
- IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/bases_cartograficas_continuas/bc250/versao2017/shapefile/>. Acesso em: 15 dez. 2018.
- LIMA, T. C.; GUILEN-LIMA, C. M.; OLIVEIRA, M. S.; SOARES-FILHO, B. **DINÂMICA EGO e Land Change Modeler para simulação de desmatamento na Amazônia brasileira: análise comparativa**. In: Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto: Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE.
- USGS. United States Geological Survey. Earth Explorer. 2019. Disponível em: <<https://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 11 jul. 2019.

SISTEMA DE ALERTA DE RISCO DE INCÊNDIO PARA O PANTANAL

Data de aceite: 03/08/2020

Balbina Maria Araújo Soriano

Embrapa Pantanal

Corumbá-MS

<http://lattes.cnpq.br/9135002824951931>

Marcelo Gonçalves Narciso

Embrapa Arroz e Feijão

Goiânia – GO

<http://lattes.cnpq.br/1175679097609016>

web e sua base de dados contém uma série de dados climáticos da região do Pantanal, de 2017 até a presente data, os quais são usados como entrada para fornecer resultados sobre índices de risco de incêndio na região desejada no Pantanal. Caso o usuário tenha os dados climáticos de sua região, que pode estar fora da região do Pantanal, o sistema permite a inserção destes dados, que deverão estar contidos em arquivo texto, para o cálculo do índice de risco de incêndio. O acesso ao sítio do Saripan é através do link www.cnaf.embrapa.br/saripan.

PALAVRAS-CHAVE: Alerta, incêndio, Pantanal, software.

FIRE RISK ALERT SYSTEM FOR THE PANTANAL

ABSTRACT: In the Pantanal, the management of natural pastures is complex and dynamic, due to the great variety of phytophysionomies, which vary spatially and temporally, mainly due to climatic conditions. Many of these phytophysionomies are prone to fires that can occur accidentally or caused by inappropriate pasture burning management practices. Fires can lead to irrecoverable damage, and mobilize a large amount of public sector efforts and resources in prevention and combat operations.

To help prevent fires in the Pantanal, a fire risk forecasting system was built using software, known as Saripan. This software is accessed by web and its database contains a series of climatic data from the Pantanal region, from 2017 to the present date, which are used as input to provide results on fire risk indices in the desired region in the Pantanal. If the user has climatic data for his region, which may be outside the Pantanal region, the system allows the insertion of this data, which must be contained in a text file, for the calculation of the fire risk index. Access to the Saripan website is through the link www.cnpaf.embrapa.br/saripan.

KEYWORDS: Alert, fire, Pantanal, software.

INTRODUÇÃO

O Pantanal brasileiro é uma extensa planície constituída de diversos tipos de áreas úmidas contínuas, localizado na América do Sul, estando inserido na Bacia Hidrográfica do Alto Paraguai, que se localiza na região Centro-Oeste do Brasil. No Brasil, abrange os estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, e os países Bolívia e Paraguai (BRASIL, 1974). No Brasil, apresenta uma área de drenagem de 138.183 km², onde 65% de todo o território ocupado pelo Pantanal encontra-se no estado de Mato Grosso do Sul e 35% no Mato Grosso, situando-se entre os paralelos de 16° e 22° de latitude Sul e os meridianos de 55° e 58° de longitude Oeste. Suas características geológicas, geomorfológicas e climáticas proporcionam a formação de um habitat único, cuja dinâmica é regida basicamente pela captação, armazenamento e distribuição das águas, ou seja, pelo seu comportamento hidrológico. (SILVA; ABDON, 1998).

De acordo com Silva e Abdon (1998), o Pantanal foi dividido em onze sub-regiões (Figura 1), considerando os aspectos relacionados à inundação, relevo, solo e vegetação, localizados em 16 municípios nos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul.

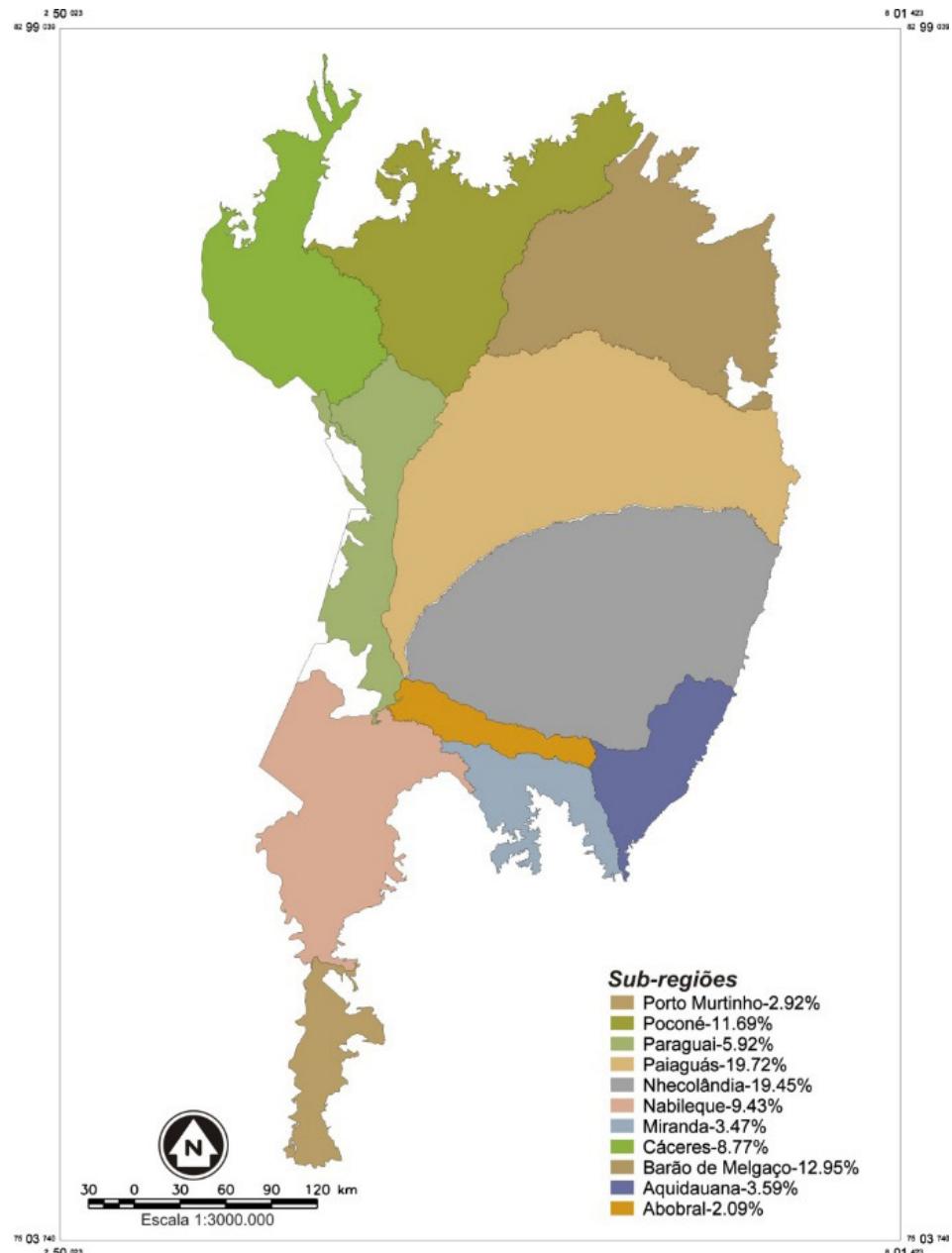


Figura 1. Sub-regiões do Pantanal Mato-grossense, segundo Silva e Abdon (1998).

Fonte: Laboratório de Geoprocessamento da Embrapa Pantanal.

O clima do Pantanal, bem como em toda Bacia Hidrográfica do Alto Paraguai, está sobre influência do sistema climático do Brasil Central. Os sistemas atmosféricos do Pantanal são de origem tropical e extratropical, sofrendo influência dos sistemas que atuam na Região Amazônica. De acordo com a classificação climática de Köppen, o Pantanal, se enquadra no tipo climático Aw – clima tropical, megatérmico, com temperatura média do mês mais frio superior a 18 °C (NIMER, 1989).

A precipitação total média anual no Pantanal é de 1.184,3 mm, sendo que mais de 50% das estações registram um total médio de precipitação entre 1.100 e 1.200 mm, distribuídos em dois períodos: um chuvoso (de outubro a março), quando ocorre cerca de 80% do total médio anual das chuvas, e um período de estiagem (de abril a setembro).

O trimestre mais chuvoso compreende os meses de dezembro a fevereiro, com 533 mm, equivalentes à cerca de 46% do total anual. O mês mais chuvoso é janeiro, com média anual de 203 mm, e os meses menos chuvosos (junho-agosto) representam 4,5% do total anual, sendo julho o mais seco.

A pecuária de corte é a principal atividade econômica do Pantanal, iniciada há pouco mais de dois séculos, cujo desenvolvimento se deu, sobretudo, em função da existência de extensas áreas de pastagens naturais. Todavia, apesar desta grande disponibilidade de áreas para pastejo, é notável a grande complexidade e diversidade dos ambientes explorados. O bioma Pantanal é formado por um grande mosaico de fitofisionomias, com grandes variações espaço-temporais decorrentes, principalmente, do efeito das condições climáticas (SANTOS et al., 2008). Muitas dessas fitofisionomias são propensas a incêndios, que podem ocorrer accidentalmente ou provocados por práticas de manejo inadequadas de queimas em pastagem.

Os incêndios trazem grandes prejuízos ao Pantanal a cada ano, por sua característica de longos períodos de estiagem com baixa umidade e elevada temperatura, somando a alguns tipos de fitofisionomias que favorecem a disseminação de incêndios, acarretando prejuízos irrecuperáveis, além de mobilizar uma grande soma de esforços e recursos do setor público nas operações de prevenção e combate.

A ocorrência e a propagação dos incêndios florestais estão fortemente associadas às condições climáticas. A intensidade de um incêndio e a velocidade com que ele se propaga estão diretamente ligados à umidade relativa e a temperatura do ar e a velocidade do vento. A utilização de dados meteorológicos de boa qualidade é, portanto, vital para o planejamento de prevenção e combate aos incêndios florestais (NUNES et al., 2006).

Desde 1999, a Embrapa Pantanal vem monitorando as variáveis meteorológicas e sua relação com a ocorrências de incêndios no Pantanal (RODRIGUES, 1999; CARDOSO et al., 2003; ONIGEMO, 2006; PADOVANI, 2006; SORIANO; PELLEGRIN, 2007; SORIANO et al., 2008; 2015; SORIANO 2012), onde pode ser observado que, dependendo da variação do clima entre anos, ocorre maior ou menor número de eventos, modificando a paisagem local.

Dentre as medidas preventivas de combate aos incêndios florestais, a utilização de um índice de perigo que seja confiável é de fundamental importância dentro de um plano de prevenção e combate, por permitir a avaliação dos riscos, possibilitando a adoção de medidas preventivas em bases mais eficientes e econômicas.

A estrutura dos índices de perigo de incêndio disponíveis na literatura é baseada fundamentalmente na relação entre os incêndios florestais e os elementos meteorológicos (temperatura e umidade do ar, velocidade do vento e precipitação). Seus resultados refletem, antecipadamente, a probabilidade de ocorrer um incêndio, assim como a facilidade de propagação, de acordo com as condições atmosféricas do dia ou da sequência de dias.

A importância desses índices está ligada à prevenção de incêndios, pois é mais

vantajoso evitar um incêndio ou mesmo eliminá-lo imediatamente após o início do que combatê-lo depois de estabelecido e propagado. Assim podem ser minimizados os impactos causados pelas queimadas, que provocam aumento das concentrações de gases de efeito estufa e aerossóis, causando mudanças na atmosfera e provavelmente no clima do planeta, como também problemas na economia e na saúde da população local.

Soriano et al. (2015) comparou índices de risco de incêndios e definiu o mais eficiente para as condições do Pantanal Sul-mato-grossense. A partir deste estudo, foi desenvolvido o software SARIPAN com a Embrapa Arroz e Feijão, que tem por objetivo fornecer o risco de incêndio por meio de diferentes métodos já preconizados na literatura: Fórmula de Monte Alegre (FMA), Fórmula de Monte Alegre Modificada (FMA⁺), índice Nesterov, índice logarítmico Telecyn e índice de Angström. Estes métodos podem ser adaptados para qualquer região, desde que se tenha dados climáticos disponíveis.

MATERIAL E MÉTODOS

Para ajudar na prevenção de incêndios no Pantanal, foi construído um sistema de previsão de risco de incêndio, através de software, conhecido por Saripan.

O software Saripan é acessado pela web e sua base de dados contém uma série de dados climáticos da região do Pantanal, de 2017 até a presente data, os quais são usados como entrada para fornecer resultados sobre índices de risco de incêndio na região desejada no Pantanal. O risco de incêndio recomendado para a região do Pantanal é a fórmula de Monte Alegre (SORIANO et al, 2015), porém o usuário poderá usar outras fórmulas para o cálculo do risco de incêndio descritas na literatura (VOLPATO, 2002) que são a Fórmula de Monte Alegre Modificada (FMA⁺), índice Nesterov, índice logarítmico Telecyn e índice de Angström. Caso o usuário tenha os dados climáticos de sua região, que pode estar fora da região do Pantanal, o sistema permite a inserção destes dados, que deverão estar contidos em arquivo texto, para o cálculo do índice de risco de incêndio.

Os dados climáticos do sistema são atualizados diariamente após às 14 horas (horário de Brasília) e são provenientes da base de dados do sistema de monitoramento Agrometeorológico Agritempo (AGRITEMPO, 2019) e, para o caso de algum dado faltante, são usados dados climáticos da base de dados climáticas de estações virtuais do sítio da Nasa (NASAPOWER, 2019).

Este sistema foi feito usando-se as linguagens javascript, PHP e HTML, além do banco de dados feito com o SGBD MySQL. A maior parte do código do sistema foi feita em html e javascript para que o sistema não precise acessar o servidor e assim gastar mais tempo para apresentar uma página. Esta parte contempla a apresentação da descrição do sistema, de formulários para entrada de dados e apresentação de resultados. A parte que é necessária ser feita no servidor, que são cálculos de índice de incêndio, a partir de

dados de temperatura e umidade do ar, velocidade do vento, e outros, da base de dados do sistema, está feita em PHP. A alimentação da base de dados com os dados provenientes do Agritempo e do sítio da NASA é feita com um script php que é executado todos os dias às 08h00, 14h00 e 20h00 para inserir os dados diários ou os dados faltantes.

RESULTADOS

O acesso ao sítio do Saripan é através do link www.cnepaf.embrapa.br/saripan. As Figuras de 1 a 3 ilustram uma consulta ao sistema.

As Figuras 1 e 2 apresentam o funcionamento do software web. Inicialmente, na Figura 1, tem-se um menu no qual podem ser escolhidas as estações meteorológicas, a data inicial e final desejada para o cálculo e o índice ou método a ser usado para análise destes dados. A Figura 2 e 3 apresenta o resultado solicitado na Figura 1.



The screenshot shows the homepage of the SARIPAN system. At the top, there is a banner featuring a landscape with cattle and the text 'Embrapa Pantanal'. Below the banner, a green header bar contains the text 'SARIPAN - Sistema de Avaliação de Risco de Incêndio para o Pantanal'. The main content area has a white background. At the top of this area, there is a sub-header in bold: 'Escolha a estação, o período e o método para o cálculo de risco de incêndio'. Below this, there is a form with the following fields:

- Escolha uma estação:** Nhumirim/Nhecolândia (dropdown menu)
- Data inicial:** 01 / 03 / 2020 (date input)
- Data final:** 31 / 03 / 2020 (date input)
- Escolha um método:** FMA (dropdown menu)

At the bottom of the form are two buttons: 'Calcular Risco' (Calculate Risk) and 'Ajuda' (Help).

Figura 1 – Entrada de dados para o cálculo de risco de incêndio

Resultado obtido conforme as datas escolhidas.

A data inicial, 01/03/2020, poderá ser alterada para uma data anterior que tenha um valor de precipitação maior ou igual a 12,9.

[Voltar](#)

Nhumirim/Nhecolândia-MS

Latitude =-18.98; Longitude = -56.65

Dia	Mês	Ano	UR (%)	Precipitação (mm)	FMA	Perigo/Risco
26	2	2020	83	19	0	Sem Risco
27	2	2020	68.5	0.2	1.46	Pequeno
28	2	2020	65.5	0	2.99	Pequeno
29	2	2020	66	0	4.51	Médio
1	3	2020	63.5	0.2	6.08	Médio
2	3	2020	63.5	0	7.65	Médio
3	3	2020	67.5	0	9.13	Alto
4	3	2020	64.5	0	10.68	Alto
5	3	2020	60.5	0	12.33	Alto
6	3	2020	58	0	14.05	Alto
7	3	2020	61.5	0	15.68	Alto
8	3	2020	62.5	0	17.28	Alto

Figura 2 – Resultado da consulta ilustrada na Figura 1



SARIPAN - Sistema de Avaliação de Risco de Incêndio para o Pantanal

[Sobre o Saripan](#) [Como usar](#) [Métodos](#) [Interpretação do resultado](#) [Saripan \(mapa\)](#) [Saripan \(consulta\)](#) [Contato](#)



Figura 3 –mapa ilustrando o resultado da consulta da Figura 1

As Figuras de 1 a 3 acima ilustram uma consulta a um dos métodos de cálculo de risco de incêndio, o FMA (Fórmula de Monte Alegre) para a estação meteorológica de Nhumirim/Nhecolândia, localizada na sub-região de Nhecolândia (Pantanal/MS) no período de 01/03/2020 a 31/03/2020. Este sistema calcula valores conforme os dados que existem no banco de dados do sistema. Vale a pena mencionar que o risco pode ser classificado como “nenhum”, “pequeno”, “médio”, “alto” e “muito alto”.

CONCLUSÃO

A importância do Saripan, para a região do Pantanal, é quanto a existir um sistema de alerta que informe o risco de incêndio para cada sub-região do Pantanal, possibilitando às autoridades ou interessados tomarem medidas preventivas quanto a um possível incêndio que venha ocorrer.

REFERÊNCIAS

AGRITEMPO. Sistema de Monitoramento Agrometeorológico, Disponível em <<https://www.agritempo.gov.br/agritempo/index.jsp>>. Sítio visitado em 01/08/2019.

BRASIL. Ministério do Interior. Departamento Nacional de Obras e Saneamento - DNOS. Estudos hidrológicos da Bacia do Alto Paraguai. Fluvimetria. Rio de Janeiro, 1974. v. 4. 664p.

CARDOSO, E. L; CRISPIM, S. M. A.; RODRIGUES, C. A. G., BARIONI JÚNIOR, W. Efeitos da queima na dinâmica da biomassa aérea de um campo nativo no Pantanal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38. n.6, p. 747- 752, 2003.

NASAPOWER. Sistema de Monitoramento Agrometeorológico, Disponível em <<https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>>. Sítio visitado em 01/08/2019.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2^a ed., 1989. 422p.

NUNES, J. R. S.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. FMA+ - um novo índice de perigo de incêndios florestais para o Estado do Paraná, Brasil. **Floresta**, Curitiba, v. 36, n. 1, p. 75-91, 2006.

ONIGEMO, A. E. **Avaliação de índices de risco de incêndio em áreas com predominância de gramíneas cespitosas na sub-região da Nhecolândia, Pantanal, MS**. 2006. 142f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande.

PADOVANI, C. R. Queimadas. Queimadas no Pantanal. Embrapa Brasileira de Pesquisa Agropecuária 2006. Disponível em: <<http://www.cpap.embrapa.br/fogo/fogo.htm>> Acesso em: 26 nov. 2019.

RODRIGUES, C. A. G. **Efeitos do fogo e da presença animal sobre a biomassa aérea e radicular, nutrientes do solo, composição florística, fenologia e dinâmica de um campo de capim-carona (*Elyonurus muticus* (Spreng. O. Ktze.) no Pantanal (sub-região de Nhecolândia)**. 249p. (Tese Doutorado). Campinas: Universidade Estadual de Campinas. 1999.

SANTOS, S. A.; ABREU, U. G. P.; TOMICH, T. R.; COMASTRI FILHO, J. A.; CRISPIM, S. M. A. Pecuária no Pantanal: em busca da sustentabilidade. In: Albuquerque, A. C. S. e Silva, A. G. Agricultura Tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas. 2008. V.II, cap.3, p.535-570.

SILVA, J. dos S. V. da; ABDON, M. de M. Delimitação do Pantanal brasileiro e suas sub-regiões. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, p. 1703-1711, 1998.

SORIANO, B. M. A.; PELLEGRIN, L. A. **Monitoramento do número de focos de calor e variáveis meteorológicas observados em 2007 no Pantanal**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2007 3 p. (Embrapa Pantanal. Comunicado Técnico, 64).

SORIANO, B. M. A.; SANTOS, S. A; DANIEL, O; CRISPIM, S. M; PELLEGRIN, L. A.; PADOVANI, C. R. Monitoramento dos focos de calor e das variáveis meteorológicas para o Pantanal em 2008. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2008. 4 p. (Embrapa Pantanal. Comunicado Técnico, 73).

SORIANO, B. M. A. **Zoneamento do risco de incêndio para o Pantanal Sul-Mato-Grossense**. Dourados, MS: UFGD, 2012.

SORIANO, B. M. A; DANIEL, O.; SANTOS, S. A. Eficiência de índices de risco de incêndios para o Pantanal Sul-mato-grossense. Ciência Florestal (UFSM. Impresso) **JCR**, v. 25, p. 809-816, 2015.

VOLPATO, M.M.L. Imagens avhrr-noaa para determinação do potencial de incêndios em pastagens. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas. Campinas-SP, p. 97. 2002

FRAGMENTAÇÃO DAS FLORESTAS TROPICAIS URBANIZAÇÃO E O IMPACTO NA BIODIVERSIDADE

Data de aceite: 03/08/2020

Data da submissão: 27/06/2020

PPGASA do CESMAC

Maceió/AL

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1324515505105692>

Emanoel Ferdinando da Rocha Jr

PPGASA da Fundação Educacional Jayme de Altavila (FEJAL) do CESMAC
Maceió/AL

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9478391371115388>

Cicera Maria Alencar do Nascimento

PPGASA da Fundação Educacional Jayme de Altavila (FEJAL) do CESMAC
Maceió/AL

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8276149644098435>

Tereza Lúcia Gomes Quirino Maranhão

PPGASA da Fundação Educacional Jayme de Altavila (FEJAL) do CESMAC
Maceió/AL

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4993162302749847>

Mabel Alencar do Nascimento Rocha

UNCISAL, UNEAL e SEUNE
Maceió/AL

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0651700365625556>

Letícia Anderson Bassi

PPGASA do CESMAC
Maceió/AL

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5902741462403490>

Thiago José Matos Rocha

PPGASA do CESMAC
Maceió/AL

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9228726128290600>

Adriane Borges Cabral

RESUMO: As áreas territoriais das florestas tropicais do planeta terra estão diminuindo gradualmente num ritmo cada vez maior, em que a ação antrópica potencializa efetivamente esse processo, resultado da migração populacional, ampliação do raio da agroindústria, explorações vegetal e mineral indiscriminadas, aumento das queimadas, grilagem de terras devolutas entre outros, cujos impactos são mensurados e indicam rumo em descompasso com o desenvolvimento sustentável preconizado na Agenda 2030 que contém 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas. No Brasil acontece idêntica situação, no entanto, existem soluções que permitem a neutralização dos avanços de seu desmatamento tais como agricultura integrada às florestas, implantação de corredores ecológicos, cultivo rotacional da terra, mecanização da lavoura para evitarem queimadas e outros mecanismos de proteção e preservação desse bioma para as próximas gerações. O presente artigo objetiva promover análise e discussão relativa à fragmentação

das florestas tropicais sob o viés da urbanização e o seu impacto na biodiversidade.

PALAVRAS - CHAVE: Corredores ecológicos, agricultura integrada às florestas, inovação.

FRAGMENTATION OF TROPICAL FORESTS URBANIZATION AND THE IMPACT ON BIODIVERSITY

ABSTRACT: The territorial areas of the tropical forests of the planet earth are gradually decreasing at an increasing pace, in which the anthropic action effectively potentiates this process, the result of population migration, expansion of the agroindustry radius, indiscriminate plant and mineral exploitation, increase in fires, land grabbing of vacant lands, among others, whose impacts are measured and indicate a path out of step with the sustainable development recommended in the 2030 Agenda, which contains 17 United Nations Sustainable Development Goals. In Brazil, the same situation occurs, however, there are solutions that allow the neutralization of advances in their deforestation, such as agriculture integrated with forests, implantation of ecological corridors, rotational cultivation of the land, mechanization of the crop to avoid burning and other mechanisms of protection and preservation of this biome for the next generations. This article aims to promote analysis and discussion regarding the fragmentation of tropical forests under the bias of urbanization and its impact on biodiversity.

KEYWORDS: Ecological corridors, integrated forestry agriculture, innovation.

INTRODUÇÃO

As áreas territoriais das florestas tropicais do planeta terra estão diminuindo gradualmente num ritmo cada vez maior, em que a ação antrópica potencializa efetivamente esse processo, resultado da migração populacional, ampliação do raio da agroindústria, explorações vegetal e mineral indiscriminadas, aumento das queimadas, grilagem de terras devolutas entre outros, cujos impactos são mensurados e indicam rumo em descompasso com o desenvolvimento sustentável preconizado na Agenda 2030 que contém 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas (THOMAZINI *et al.*, 2000; FARIA, 2019; WWF, 2019; ONU, 2019).

No Brasil isso também ocorre, no entanto, existem soluções que permitem a neutralização dos avanços de seu desmatamento tais como agricultura integrada às florestas, implantação de corredores ecológicos, cultivo rotacional da terra, mecanização da lavoura para evitarem queimadas e outros mecanismos de proteção e preservação desse bioma para as próximas gerações (MMA, 2019; MARQUES, 2017; PENA, 2020).

O presente artigo objetiva analisar e discutir a fragmentação das florestas tropicais, sob o viés da urbanização e o seu impacto na biodiversidade.

MÉTODO

A metodologia utilizada foi a descritiva, cuja abordagem consistiu na catalogação de dados estatísticos e apreciação das literaturas correlacionadas para realizar análise e discussão relativa à fragmentação das florestas tropicais, sob o viés da urbanização e o seu impacto na biodiversidade. Foram adotados os anti-plágios: <http://plagiarisma.net/pt/>; <https://www.plagium.com/>; <https://plagiarismdetector.net/>; (MARCONI; LAKATOS, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, tem-se que a floresta tropical está localizada na região dos trópicos do globo planetário, onde o clima, temperatura, umidade, pressão atmosférica entre outros fatores naturais permitem o seu desenvolvimento harmonioso, favorecido, evidentemente, pela influência dos Trópicos de Capricórnio e de Câncer, cujo bioma está presente no Brasil, República Democrática do Congo, Peru, Indonésia, Colômbia, Papua Nova Guiné, Venezuela, Bolívia, México e Suriname (SILVA, 2020; MONGABAY, 2020). A imagem abaixo ilustra a faixa da floresta tropical.

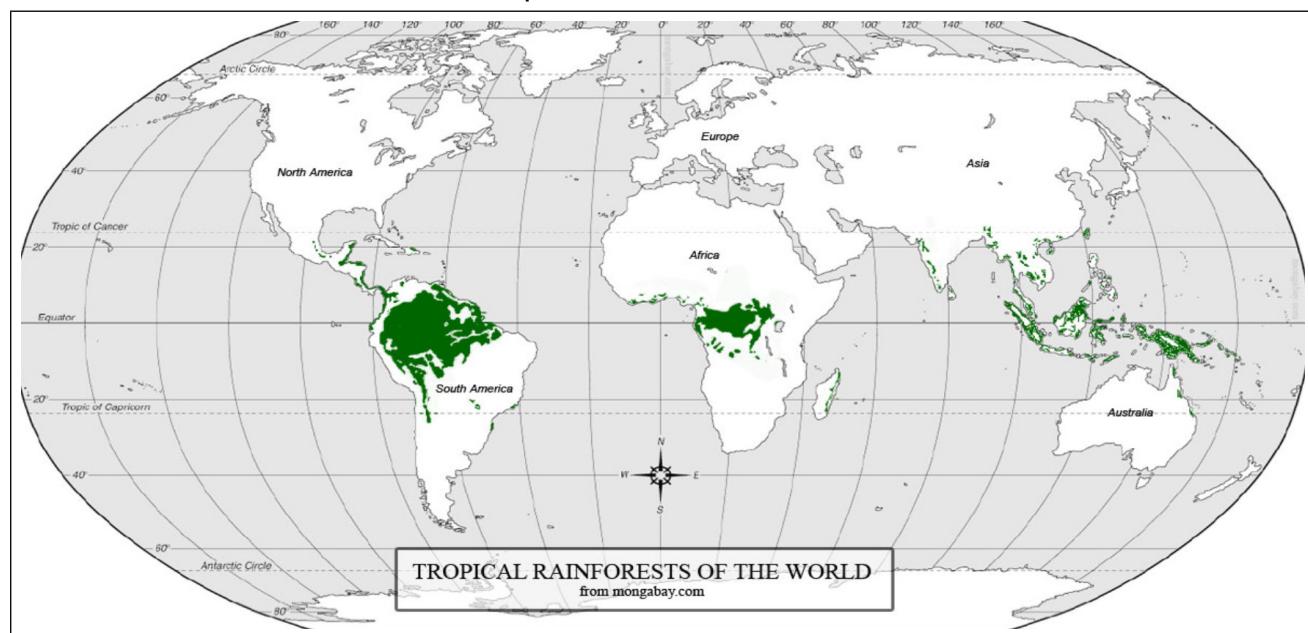


Figura 1. Fonte: Mongabay, 2020.

Regra geral, as florestas deste planeta são as moradias naturais para inúmeras espécies que permitem, de certa forma, a manutenção desse bioma e de sua biodiversidade, além de contribuírem na preservação da sua fauna e flora. Nela estão cerca de 80% dos seres vivos terrestres que, em sua maioria, estão destacados na floresta tropical, cujos dados apontam que nela estão abrigadas aproximadamente metade dos seres vivos (MARQUES, 2017; MESQUITA, 2019; FREITAS, 2020).

Por sua vez, a floresta tropical, no decorrer das décadas, está perdendo área de extensão por diversos fatores relacionados a fatores naturais, como queimadas causadas

por raios, mas também está diretamente ligada à ação antrópica, cuja pegada ecológica é objeto de intensa migração populacional, ampliação do raio de atuação da agroindústria, explorações vegetal e mineral indiscriminadas (THOMAZINI *et al.*, 2000; REES; WACKERNAGEL, 1992; MARQUES, 2017; FARIA, 2019; WWF, 2019; ONU, 2019).

Além daqueles fatores, contribuem para isso também o aumento das queimadas, a grilagem de terras devolutas entre outros, cujos impactos ambientais são mensurados por órgãos públicos e organismos internacionais e indicam rumo em descompasso com o desenvolvimento sustentável preconizado na Agenda 2030 que contém 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas (THOMAZINI *et al.*, 2000; REES; WACKERNAGEL, 1992; MARQUES, 2017; FARIA, 2019; WWF, 2019; ONU, 2019).

E o desmatamento dessa vegetação, nos últimos 20 anos, coletados através de satélites especializados, envolvendo ao todo 34 nações, evidencia um rápido avanço na derrubada de árvores de diversos tamanhos, considerando-se, para tanto, a redução delas versus o seu possível reflorestamento, em que os indicadores apontam percentual aproximado de 62% desde o início dos anos de 1990 (MARQUES, 2017).

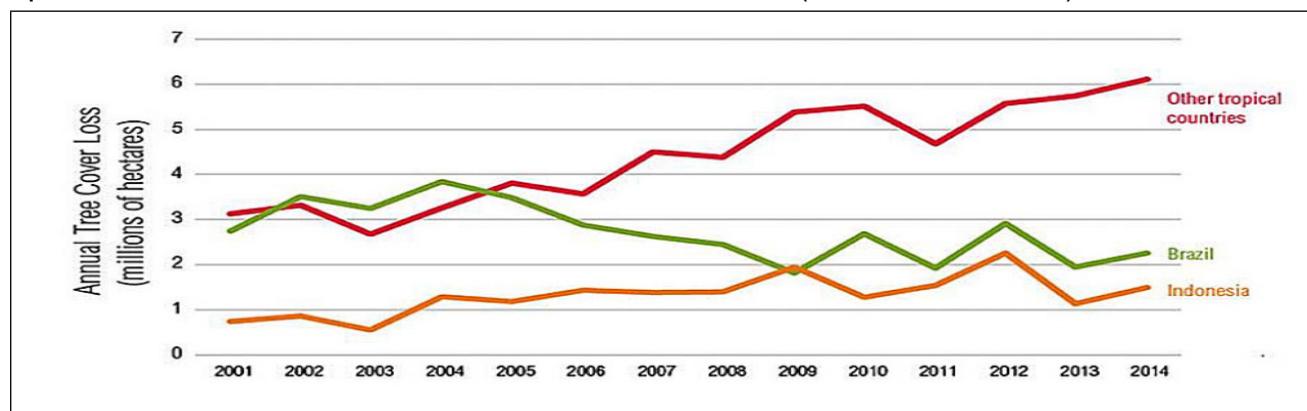


Figura 2. Fonte: Jornal Unicamp, 2020; MARQUES, 2017.

Nesse sentido, observando-se o gráfico acima, constata-se que não houve redução no desmatamento da floresta tropical, muito pelo contrário, haja vista que as linhas tendem a aumentar gradualmente nos anos seguintes a 2001 (MARQUES, 2017).

Essa diminuição na camada florestal resulta na formação de fragmentos florestais, visíveis não somente nas áreas rurais e nas regiões mais distantes, mas, de igual modo, são observados em ambiente urbano em que é possível a existência de inúmeros animais silvestres que perdem suas vidas ao tentar realizar migração para outras localidades (THOMAZINI *et al.*, 2000; MARQUES, 2017; PENA, 2020).

E tal fracionamento vegetal compromete a biodiversidade em todos os sentidos porque altera o quadro ambiental anterior de modo substancial, notadamente porque retira especialmente a estabilidade da variabilidade ecológica do ecossistema, mormente impedir que a riqueza genética dos seres vivos seja transmitida à diante nas localidades

afetadas direta e indiretamente pelo desmatamento, uma vez que o tempo é inexorável à transferência do material genético às espécies que fazem parte desse bioma (THOMAZINI et al., 2000; OECO, 2014; MARQUES, 2017; PENA, 2020).

Assim, sujeitando a biodiversidade negativamente não restam dúvidas de que os serviços ecossistêmicos deixarão de ser usufruídos efetivamente pela sociedade: o de suporte/provisão (necessários à subsistência humana), regulação (temperatura, clima) e cultural (belezas naturais conservadas que permitem o contato do ser humano direto com a natureza, a sua contemplação, cujos predicados impulsionam a inspiração humana sobre as demais coisas da vida cotidiana que a natureza contribui à criatividade como pintura, artesanato, design etc.) (MMA, 2020; HERNANDEZ 2020).

Por sua vez, as áreas urbanas que possuem floresta tropical foram atingidas, e no Brasil acontece idêntica situação, no entanto, existem soluções colocadas em prática que permitem a neutralização dos avanços de seu desmatamento tais como agricultura integrada às florestas, implantação de corredores ecológicos, cultivo rotacional da terra, mecanização da lavoura para evitar queimadas, uso de madeira de reflorestamento entre outros mecanismos de proteção e preservação desse bioma para as próximas gerações (MARQUES, 2017; MMA, 2019; PENA, 2020; ONU, 2020).

Demais disso, a floresta tropical brasileira é composta pelo Bioma da Mata Atlântica que acolhe uma das maiores diversidades ecológicas, destacando-se como uma das cinco mais importantes hotspots de biodiversidade aos fins de conservação. Ele acolhe uma grande variabilidade de espécies de plantas e animais, cujos fragmentos dessa vegetação possuem atualmente apenas 12,5% da área original (MIRANDA, 2014; BERNARDI et al, 2016; MMA, 2019; PENA, 2019; APREMAVI, 2020).

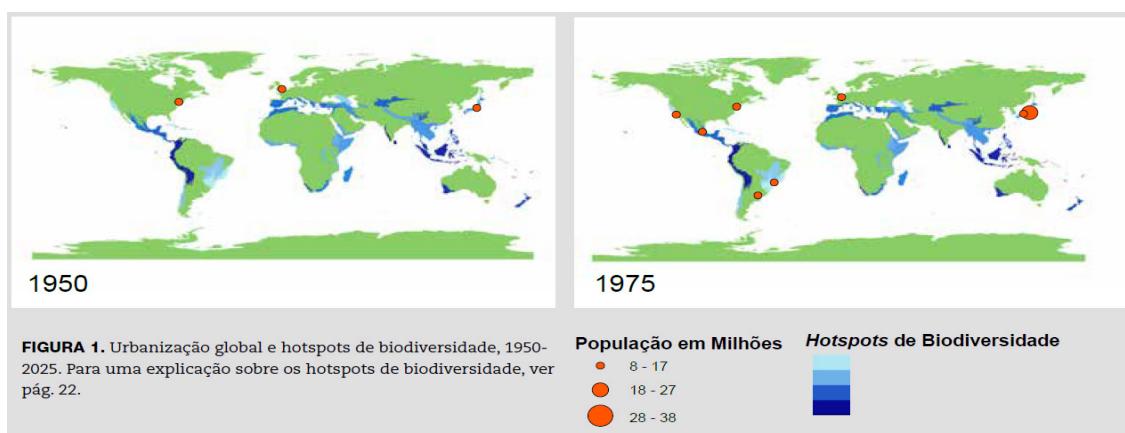


Figura 3. Fonte: Relatório ONU sobre Panorama de Biodiversidade nas Cidades, 2012.

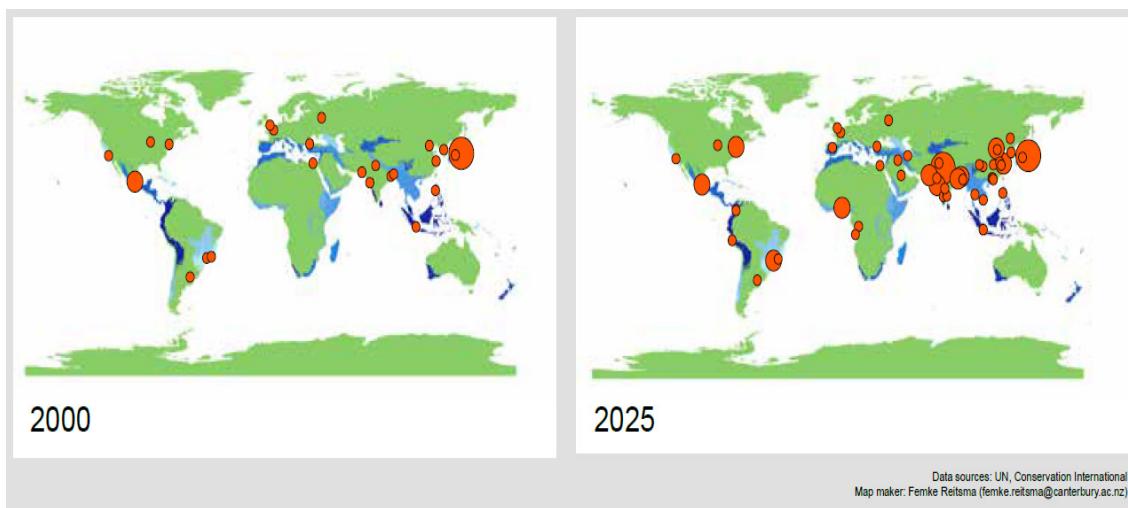


Figura 4. Fonte: Relatório ONU sobre Panorama de Biodiversidade nas Cidades, 2012.

As ilustrações acima demonstram o aumento populacional, na cor vermelha, em milhões de habitantes, e os indicadores de hotspots que variam da cor azul clara à cor azul escura, entre as décadas de 1950 a 2025 (ONU, 2012).

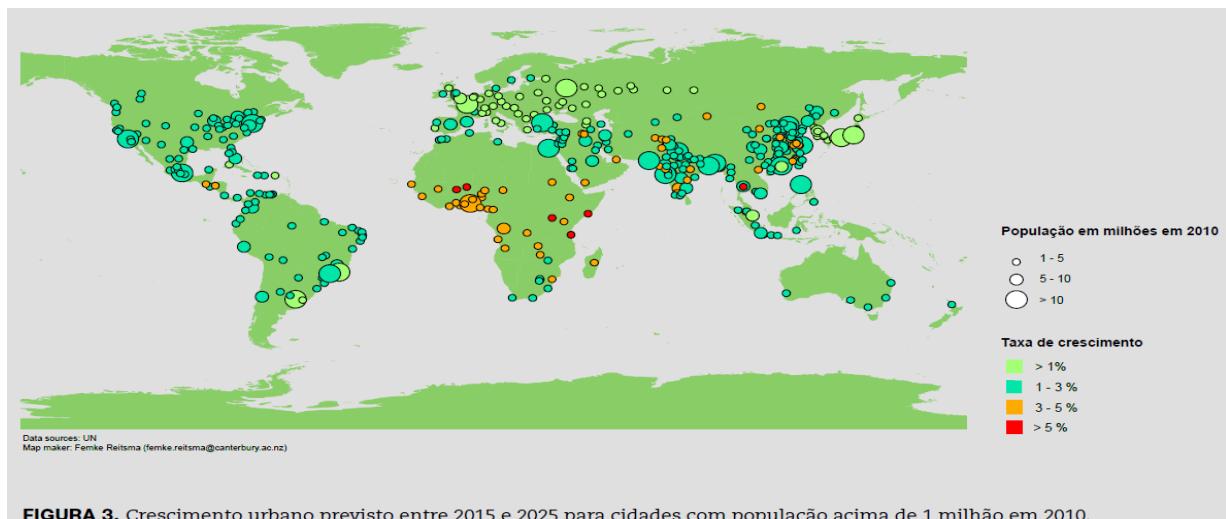


FIGURA 3. Crescimento urbano previsto entre 2015 e 2025 para cidades com população acima de 1 milhão em 2010.

Figura 5. Fonte: Relatório ONU sobre Panorama de Biodiversidade nas Cidades, 2012.

O gráfico acima apresenta a taxa de crescimento populacional que evidencia necessidade de buscar fórmulas criativas para evitar o aumento do desmatamento da floresta tropical urbana (ONU, 2012).

Desse modo, aquelas imagens (figuras 3 e 4) corroboram com a figura 5, em que ambas apresentam tendência de crescimento populacional que se expandirá sobre as áreas dos hotspots, impactando, dessa maneira, nessas regiões rurais e urbanas que merecem atenção especial dos governos locais, em que se estima, de acordo com os dados, que em 2050 a população urbana mundial atingirá 6,3 bilhões de residentes urbanos, aproximadamente o dobro dos 3,5 bilhões atuais (ONU, 2012).

De maneira que a biodiversidade urbana contempla os centros urbanos, as

áreas residenciais, os parques industriais, os parques e os jardins formais e as praças arborizadas, as áreas contaminadas, tais como rios (Tietê na grande São Paulo), lagos e igarapés entre outros, cujo quantitativo de vegetação e de animais nela existentes são proporcionais à sua população humana residente. Em que se contabiliza, diante disso, que 20% das espécies de aves do planeta terra e cinco porcento das espécies de plantas vasculares incidem nos centros urbanos (ONU, 2012; MMA, 2019).

Nesses termos, considerando-se os indicadores de crescimento populacional, somados ao impacto desse incremento nas regiões urbanas onde se localizam importantes hotspots de biodiversidade, bem como o significativo aumento do desmatamento da floresta tropical em área urbana, deduz-se que as florestas tropicais dessas localidades desaparecerão, o que implicará prejuízos aos serviços ecossistêmicos de provisão/suporte, regulação e cultural (ONU, 2012; MARQUES, 2017).

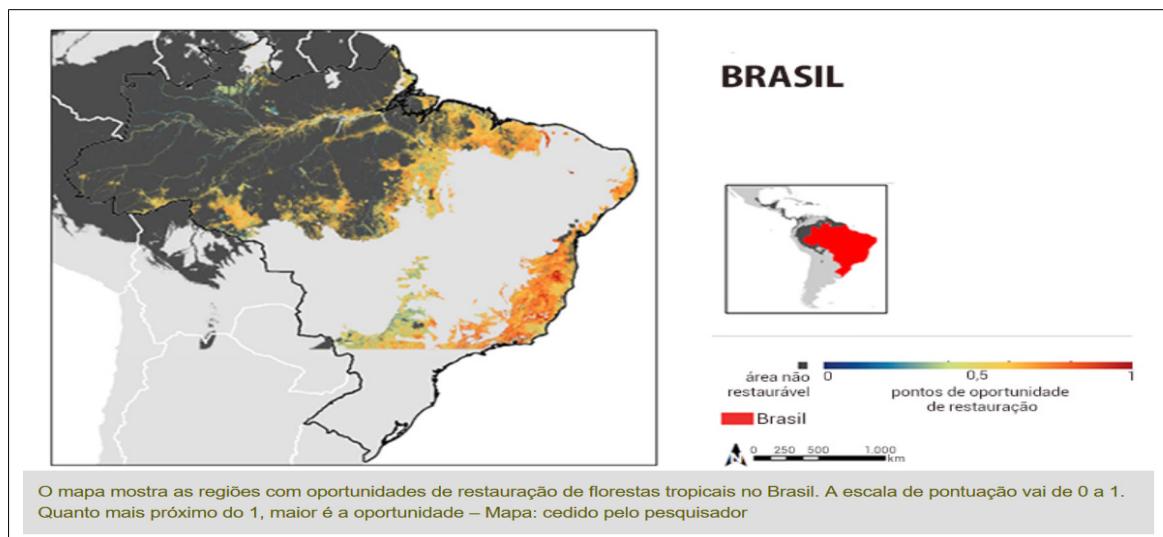


Figura 6. Fonte: Jornal da USP, 2019.

Diante dessa circunstância, tem-se que o mapa acima revela as áreas de hotspots no Brasil em que é possível acontecer reflorestamento da floresta tropical, no qual a escala utilizada na pesquisa varia de 0 a 1, em que quanto mais se aproxima de 1 é porque a sua viabilidade é maior. Isso não quer dizer que ações já foram adotadas, mas esse estudo abre precedente importante para sua concretização (CANQUERINO, 2019).

E antes dessas questões postas, a Organização das Nações Unidas (ONU), em 1972, na realização da Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente Humano, em Estocolmo, iniciou o debate sobre biodiversidade, mas foi em 1992, no evento do ECO-92, no Rio de Janeiro, que a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD) editou a Convenção sobre a Diversidade Biológica (CDB), então ratificada por 168 países dos 194 signatários, tendo o Brasil recepcionado essa convenção por meio do Decreto nº. 2.519, 16/03/1998 (O ECO, 2014).

Essa convenção tem a premissa disciplinar regras sobre a proteção, preservação

e utilização da diversidade biológica de forma sustentável, bem como assegurar a participação do país no proveito econômico desses recursos genéticos (O ECO, 2014).

Dessa convenção houve a criação de organismos internos para a sua plena atuação: a Conferência das Partes (COP), o Órgão Subsidiário de Assessoramento Científico, Técnico e Tecnológico (Subsidiary Body on Scientific, Technical, and Technological Advice – SBSTTA), e os Grupos de Trabalho (O ECO, 2014).

A Conferência das Partes (COP): é órgão de direção da convenção formado por todas as nações e organizações regionais de integração econômica (União Européia) que a ratificaram. Essa Conferência possui pauta deliberativa bienal, ou quando necessária, com fito de se debruçar sobre as informações estatísticas quanto ao avanço das metas da Convenção, com o propósito de verificar se as metas foram efetivamente alcançadas, para alinhar seus planos de ações e disponibilizar consultoria política (O ECO, 2014).

Além disso, a COP possui competência para promover complementações à sua Convenção, ela pode criar órgãos consultivos especializados e apreciar relatórios de progresso de países ou organismos–membros, bem como auxiliar outros países e organizações, e, por fim, assessorar acordos internacionais (O ECO, 2014).

Por sua vez, o Órgão Subsidiário de Assessoramento Científico, Técnico e Tecnológico (Subsidiary Body on Scientific, Technical, and Technological Advice – SBSTTA) tem a finalidade assessorar o COP. É órgão formado por diversos especialistas dos países ou organismos–membros, além de contar com observadores das nações não–afiliadas, comunidade científica, entre outras organizações relevantes, em que o SBSTTA atua na confecção de recomendações em matérias científicas e técnicas da implantação da Convenção (O ECO, 2014).

Já os Grupos de Trabalho são constituídos para cumprimento de período pré–determinado com prazo fixado, em que atuam mediante mandato, de ampla participação de todas as nações e organismos–membros, e podem receber apoio de observadores de nações não–afiliadas. Motivo pelo qual possuem a finalidade elaborar minutas de recomendações à COP e, de igual modo, promover os fóruns de negociações de instrumentos de implantação da Convenção (O ECO, 2014).

Na sequência, no decorrer da 10^a Conferência das Partes da Convenção sobre Diversidade Biológica (COP-10), ocorrido em Nagoya, Província de Aichi, Japão, aprovaram o Plano Estratégico de Biodiversidade de 2011 a 2020 (O ECO, 2014).

O Plano Estratégico de Biodiversidade de 2011 a 2020 mapeou o quadro global no que diz respeito à diversidade biológica, entabulando ações efetivas para neutralizar a perda da diversidade no âmbito do planeta terra (O ECO, 2014).

Esse plano estratégico também presta suporte técnico ao sistema das Nações Unidas e os demais colaboradores nessa questão, objetivando melhor administração da biodiversidade mundial e na elaboração das respectivas políticas (O ECO, 2014).

No decorrer da entabulação desse, o Secretariado do CDB encaminhou sugestão

no sentido de se criar metas com tempo médio para seu cumprimento, descritas em 20, denominadas de Metas de Aichi para a Biodiversidade (O ECO, 2014).

O farol dessas metas é a diminuição da perda da biodiversidade globalmente, cujas partes da CDB, 193 países e a União Européia, firmaram compromisso para atuarem unidas com objetivo de implantação efetiva delas até 2020 (O ECO, 2014).

Tais metas foram ajustadas em cinco objetivos estratégicos, a saber:

(A) tratar das causas fundamentais de perda de biodiversidade, através da conscientização do governo e sociedade das preocupações com a biodiversidade;

(B) reduzir as pressões diretas sobre a biodiversidade e promover o uso sustentável;

(C) melhorar a situação da biodiversidade, através da salvaguarda de ecossistemas, espécies e diversidade genética;

(D) aumentar os benefícios de biodiversidade e serviços ecossistêmicos para todos;

(E) aumentar a implantação, por meio de planejamento participativo, da gestão de conhecimento e capacitação (O ECO, 2014).

Objetivo Estratégico A – Tratar das causas fundamentais de perda de biodiversidade fazendo com que preocupações com biodiversidade permeiem governo e sociedade.

Meta 1: Até 2020, no mais tardar, as pessoas terão conhecimento dos valores da biodiversidade e das medidas que poderão tomar para conservá-la e utilizá-la de forma sustentável.

Meta 2: Até 2020, no mais tardar, os valores da biodiversidade serão integrados em estratégias nacionais e locais de desenvolvimento e redução de pobreza e procedimentos de planejamento e estarão sendo incorporados em contas nacionais, conforme o caso, e sistemas de relatoria.

Meta 3: Até 2020, no mais tardar, incentivos, inclusive subsídios, lesivos à biodiversidade terão sido eliminados ou reformados, ou estarão em vias de eliminação visando minimizar ou evitar impactos negativos, e incentivos positivos para a conservação e uso sustentável de biodiversidade terão sido elaborados e aplicados, consistentes e em conformidade com a Convenção e outras obrigações internacionais relevantes, levando em conta condições sócio-econômicas nacionais.

Meta 4: Até 2020, no mais tardar, Governos, o setor privado e grupos de interesse em todos os níveis terão tomado medidas ou implementarão planos para produção e consumo sustentáveis e terão conseguido restringir os impactos da utilização de recursos naturais claramente dentro de limites ecológicos seguros.

Objetivo Estratégico B – Reduzir as pressões diretas sobre biodiversidade e promover o uso sustentável.

Meta 5: Até 2020, a taxa de perda de todos os habitats naturais, inclusive florestas, terá sido reduzida em pelo menos a metade e na medida do possível levada a perto de zero, e a degradação e fragmentação terão sido reduzidas significativamente.

Meta 6: Até 2020, o manejo e captura de quaisquer estoques de peixes, invertebrados e plantas aquáticas serão sustentáveis, legais e feitas com a aplicação de abordagens ecossistêmicos de modo a evitar a sobre exploração, colocar em prática planos e medidas de recuperação para espécies exauridas, fazer com que a pesca não tenha impactos adversos significativos sobre espécies ameaçadas e ecossistemas vulneráveis, e fazer com que os impactos da pesca sobre estoques, espécies e ecossistemas permaneçam dentro de limites ecológicos seguros.

Meta 7: Até 2020, áreas sob agricultura, aquicultura e exploração florestal serão manejadas de forma sustentável, assegurando a conservação de biodiversidade.

Meta 8: Até 2020, a poluição, inclusive resultante de excesso de nutrientes, terá sido reduzida a níveis não-detrimentais ao funcionamento de ecossistemas e da biodiversidade.

Meta 9: Até 2020, espécies exóticas invasoras e seus vetores terão sido identificadas e priorizadas, espécies prioritárias terão sido controladas ou erradicadas, e medidas de controle de vetores terão sido tomadas para impedir sua introdução e estabelecimento.

Meta 10: Até 2015, as múltiplas pressões antropogênicas sobre recifes de coral, e demais ecossistemas impactadas por mudança de clima ou acidificação oceânica, terão sido minimizadas para que sua integridade e funcionamento sejam mantidos.

Objetivo Estratégico C – Melhorar a situação de biodiversidade protegendo ecossistemas, espécies e diversidade genética.

Meta 11: Até 2020, pelo menos 17 por cento de áreas terrestres e de águas continentais e 10 por cento de áreas marinhas e costeiras, especialmente áreas de especial importância para biodiversidade e serviços ecossistêmicos, terão sido conservados por meio de sistemas de áreas protegidas geridas de maneira efetiva e eqüitativa, ecologicamente representativas e satisfatoriamente interligadas e por outras medidas espaciais de conservação, e integradas em paisagens terrestres e marinhas mais amplas.

Meta 12: Até 2020, a extinção de espécies ameaçadas conhecidas terá sido evitada e sua situação de conservação, em especial daquelas sofrendo um maior declínio, terá sido melhorada e mantida.

Meta 13: Até 2020, a diversidade genética de plantas cultivadas e de animais criados e domesticados e de variedades silvestres, inclusive de outras espécies de valor sócio-econômico e/ou cultural, terá sido mantida e estratégias terão sido elaboradas e implementadas para minimizar a erosão genética e proteger sua diversidade genética.

Objetivo Estratégico D – Aumentar os benefícios de biodiversidade e serviços ecossistêmicos para todos.

Meta 14: Até 2020, ecossistemas provedores de serviços essenciais, inclusive serviços relativos a água e que contribuem à saúde, meios de vida e bem-estar, terão sido restaurados e preservados, levando em conta as necessidades de mulheres, comunidades indígenas e locais, e os pobres e vulneráveis.

Meta 15: Até 2020, a resiliência de ecossistemas e a contribuição da biodiversidade para estoques de carbono terão sido aumentadas através de ações de conservação e recuperação, inclusive por meio da recuperação de pelo menos 15 por cento dos ecossistemas degradados, contribuindo assim para a mitigação e adaptação à mudança de clima e para o combate à desertificação.

Meta 16: Até 2015, o Protocolo de Nagoya sobre Acesso a Recursos Genéticos e a Repartição Justa e Equitativa dos Benefícios Derivados de sua Utilização terá entrado em vigor e estará operacionalizado, em conformidade com a legislação nacional.

Objetivo Estratégico E – Aumentar a implementação por meio de planejamento participativo, gestão de conhecimento e capacitação.

Meta 17: Até 2015, cada Parte terá elaborado, adotado como instrumento de política, e começado a implementar uma estratégia nacional de biodiversidade e plano de ação efetiva, participativa e atualizada.

Meta 18: Até 2020, os conhecimentos tradicionais, inovações e práticas de comunidades indígenas e locais relevantes à conservação e uso sustentável de biodiversidade, e a utilização consuetudinária dessas de recursos biológicos, terão sido respeitados, de acordo com a legislação nacional e as obrigações internacionais relevantes, e plenamente integrados e refletidos na implementação da Convenção com a participação plena e efetiva de comunidades indígenas e locais em todos os níveis relevantes.

Meta 19: Até 2020, o conhecimento, a base científica e tecnologias ligadas à biodiversidade, seus valores, funcionamento, situação e tendências, e as consequências de sua perda terão sido melhorados, amplamente compartilhados e transferidos, e aplicados.

Meta 20: Até 2020, no mais tardar, a mobilização de recursos financeiros para a implementação efetiva do Plano Estratégico para Biodiversidade 2011-2020 oriundos de todas as fontes e em conformidade com o processo consolidado e acordado na Estratégia de Mobilização de Recurso deverá ter aumentado substancialmente em relação a níveis atuais. Esta meta estará sujeita às alterações decorrentes das avaliações da necessidade de recursos a serem elaboradas e relatadas pelas Partes.

Fonte: (O ECO, 2014; ONU, 2020).

Nesse contexto, a Organização das Nações Unidas (ONU), em relatório sobre o Panorama de Biodiversidade nas Cidades, divulgado em 2012, na sua conclusão, estabeleceu dez mensagens-chaves com a finalidade de coadunar o desenvolvimento urbano com a sustentabilidade e o respeito à biodiversidade (ONU, 2012).



MENSAGEM-CHAVE 1: A urbanização representa um desafio e uma oportunidade para o manejo global dos serviços ecossistêmicos.

Figura 7. Relatório ONU sobre Panorama de Biodiversidade nas Cidades, 2012.

Infere-se da primeira mensagem-chave que o processo de urbanização atual revela momento de mudança de paradigma para se viabilizar medidas efetivas para aprimorar os serviços ecossistêmicos, buscando, com isso, melhoria da gestão ambiental para compatibilizar o desenvolvimento urbano e a biodiversidade (ONU, 2012).



MENSAGEM-CHAVE 2: É possível haver biodiversidade rica nas cidades.

Figura 8. Relatório ONU sobre Panorama de Biodiversidade nas Cidades, 2012.

Na segunda consta a necessidade de reconectar os fragmentos florestais nos centros urbanos mediante replantio de árvores nativas com copas altas nas áreas públicas tais como em parques, praças, ruas e avenidas, criação de túneis passa-fauna, conexões em áreas vegetadas para religar as áreas naturais (ONU, 2012).



MENSAGEM-CHAVE 3: A biodiversidade e os serviços ecossistêmicos representam um capital natural crítico.

Figura 9. Relatório ONU sobre Panorama de Biodiversidade nas Cidades, 2012.

Nesta mensagem-chave se valoriza o capital natural crítico (CNC), recurso natural insubstituível e produzido exclusivamente pela natureza que é oferecido através dos serviços ecossistêmicos em prol da população dela interdependente, os quais são, por isso, fundamentais à saúde e aos sistemas de suporte à vida humana (ONU, 2012).



MENSAGEM-CHAVE 4: Os ecossistemas urbanos contribuem significativamente para a saúde humana.

Figura 10. Relatório ONU sobre Panorama de Biodiversidade nas Cidades, 2012.

Essa revela a importância de se compatibilizar a biodiversidade com a saúde humana, adotando medidas comuns que podem ter efeitos benéficos na sociedade, tais como: mudanças no manejo do solo, agricultura urbana, promoção da segurança alimentar, nutricional e diversidade alimentar, melhoria no abastecimento de água e esgoto, saneamento básico e erradicação de doenças, estímulo à prática de atividades físicas regulares, programas de prevenção de doenças não-transmissíveis, qualidade de vida e vida saudável, uso de medicamentos tradicionais, redução da pobreza e busca do desenvolvimento social (ONU, 2012).



MENSAGEM-CHAVE 5: A biodiversidade e os serviços ecossistêmicos urbanos podem contribuir para a mitigação e adaptação à mudança do clima.

Figura 11. Relatório ONU sobre Panorama de Biodiversidade nas Cidades, 2012.

Objetiva-se nessa mensagem, em síntese, conscientizar a sociedade para a redução da temperatura das cidades, adotando-se medidas que estimulem o aumento dos espaços verdes, utilização cada vez maior de construções ecológicas, redução do concreto e vidro nas obras públicas e privadas, criação de paredões verdes e jardins verticais verdes, intensificação da arborização de copas altas nos centros, melhoria das várzeas dos rios que cortam as cidades, aumento da permeabilidade do solo urbano, diminuição de emissão de gases de efeito estufa nas cidades (ONU, 2012).



MENSAGEM-CHAVE 6: Aumentar a biodiversidade nos sistemas alimentares urbanos pode promover a segurança alimentar e nutricional.

Figura 12. Relatório ONU sobre Panorama de Biodiversidade nas Cidades, 2012.

Tal mensagem-chave tem a finalidade conscientizar as sociedades para a preservação da biodiversidade, mas garantindo proteção à segurança alimentar, notadamente pelo aumento da agricultura urbana sem comprometer o meio ambiente, diminuindo a produção de alimentos industrializados para reduzir as doenças não transmissíveis como diabetes e obesidade, sem se descuidar da qualidade da sua produção, capacidade de abastecimento local, e possibilidade de atender à demanda mundial, tendo em conta o aumento significativo populacional (ONU, 2012).



MENSAGEM-CHAVE 7: As funções ecossistêmicas devem ser integradas às políticas e planejamento urbano.

Figura 13. Relatório ONU sobre Panorama de Biodiversidade nas Cidades, 2012.

Esta etapa pretende motivar os gestores públicos, no sentido de que a biodiversidade é compatível com o planejamento e uso adequado do solo urbano, mormente os governantes devem dispor de estruturas planejadas, mediante Estratégia e Plano de Ação Local para a Biodiversidade (LBSAP), focado na gestão ambiental, analisando-se, para tanto, as questões relacionadas a elaboração de projetos, códigos construtivos, planos diretores, esquemas de zoneamento, planos espaciais, opções estratégicas e fiscalização da gestão da cidade (ONU, 2012).



MENSAGEM-CHAVE 8: O manejo da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos deve partir do envolvimento de atores múltiplos, setores múltiplos e escalas múltiplas.

Figura 14. Relatório ONU sobre Panorama de Biodiversidade nas Cidades, 2012.

Este ponto estabelece que os governos devem priorizar composição vertical e horizontal para a tomada de decisões nas temáticas ambientais a permitir que, dessa forma, componha o mais amplo diálogo com a sociedade, a exemplo de audiências públicas e criação de comissões paritárias, ouvindo-se o maior número possível de atores oriundos da área pública e da iniciativa privada, órgãos intergovernamentais etc. que possibilitem construir solução conjunta para as questões ligadas à biodiversidade e os serviços sistêmicos (ONU, 2012).



MENSAGEM-CHAVE 9: As cidades oferecem oportunidades singulares para aprendizagem e educação sobre o futuro resiliente e sustentável.

Figura 15. Relatório ONU sobre Panorama de Biodiversidade nas Cidades, 2012.

Nesta mensagem-chave a temática principal é a promoção de educação ambiental para o desenvolvimento sustentável, conjugando, para tanto, formação pessoal e

profissional aliada à necessidade de manutenção do equilíbrio ecológico, criando espaço de diálogo cujo ponto central é a biodiversidade em que as escolas devem ser precursoras dessa política (ONU, 2012).



MENSAGEM-CHAVE 10: *As cidades têm um grande potencial de gerar inovações e instrumentos de governança e, portanto, podem – e devem – assumir a liderança no desenvolvimento sustentável.*

Figura 16. Relatório ONU sobre Panorama de Biodiversidade nas Cidades, 2012.

Nessa última conclama os governantes de todos os centros urbanos a evidarem esforços no sentido de implementar em breve tempo políticas públicas relativas à biodiversidade e sustentabilidade ambiental em razão do rápido crescimento populacional urbano para que tais cidades não entrem em rota de colapso e não possam reagir tempestivamente a esse fenômeno global (ONU, 2012).

Por sua vez, o Brasil, a partir de 1994, constituiu o Programa Nacional da Diversidade Biológica (Pronabio), mediante Decreto nº. 1.354, de 29/12/1994, que tem objetivo a implementar os compromissos da Convenção da Diversidade Biológica da ONU. Nela também restou criada a Comissão Coordenadora do Programa, com finalidade de coordenar, acompanhar e avaliar suas ações (MMA, 2020).

O Decreto nº. 4.339, de 22/08/2002, impõe ao Ministério do Meio Ambiente, por meio do Pronabio, coordenação da implantação dos princípios e diretrizes da Política Nacional da Biodiversidade, entre acordos multilaterais não onerosos entre o governo e a iniciativa privada objetivando difundir o tema profundamente (MM, 2020).

Já o Decreto nº. 4.703, de 21/05/2003, teve três vertentes, a primeira que modificou o Pronabio, ajustando-o aos princípios e diretrizes contribuindo para melhoria do foco de atuação justamente para implantação dos princípios e diretrizes constantes na Política Nacional de Biodiversidade. A segunda, que cancelou o Decreto Presidencial nº. 1.354/1994. Por fim, a terceira que constituiu a Comissão Nacional da Biodiversidade (Conabio) (MMA, 2020).

O Conabio é constituído por representantes de órgãos governamentais e organizações da sociedade civil, possui atuação importante na implantação das políticas de biodiversidade, em que compete a ele promover a incorporação dos compromissos alinhados pelo Brasil junto à CDB/ONU, e, de igual maneira, apresentar plano de ação indicando nele quais os locais e ações fundamentais para pesquisa, conservação e uso sustentável dos elementos que compõe a biodiversidade (MMA, 2020).

O Brasil criou sítio eletrônico específico da biodiversidade em que nele constam informações relativas à biodiversidade brasileira fornecidas pelo Ministério do Meio Ambiente e demais instituições interconectadas. Nele constam dados coletados pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), especialmente de

seus Centros de Pesquisa e Conservação, do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (JBRJ) entre outros parceiros (MMA, 2020).

Seguindo-se essas metas relacionadas à biodiversidade, a ONU, em continuidade à sua pauta de sustentabilidade em âmbito global, editou a Agenda 2030 em que nela constam 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que permitiu estabelecer foco prioritário em ações específicas com a participação de organismos internacionais, países signatários, empresas, sociedade civil organizada, instituições de ensino e comunidades científicas, todos irmanados em desenvolverem soluções consensuais e até mesmo criativas para que todos os 17 ODS sejam efetivados nos 200 países então compromissados até 2030 (ONU, 2018).



Figura 17. Fonte: ONU. 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, 2020.

E muito embora a questão da proteção da biodiversidade esteja ligada diretamente aos itens 14 e 15 dos ODS, é inegável que todas elas formam mosaico de sustentabilidade em prol da formação, e porque não dizer, dos ecoterritórios urbanos e rurais, eco-áreas urbanas e das ecociudades, os quais promoverão salto qualitativo e quantitativo em prol de uma sociedade global. Isso permitirá, assim, alcançar novel marco de uma sociedade planetária mais civilizada, interconectada, consciente, pacífica, ambientalmente equilibrada e sustentável (ONU, 2020).

Nesse sentido, o Brasil possui acórdão oriundo do Tribunal de Contas da União, no qual consta, inclusive, no sítio eletrônico da ONU, recomendação para que o Governo Federal adote medidas eficazes para o cumprimento desse compromisso porque dele resultarão reprimendas internacionais graves que poderão comprometer o país diante da comunidade internacional mediante sanções de ordem econômica, financeira e política (ONU, 2020). Transcreve-se com as devidas licenças necessárias:

SUMÁRIO. RELATÓRIO DE AUDITORIA. AVALIAÇÃO DA PREPARAÇÃO DO GOVERNO BRASILEIRO PARA IMPLEMENTAR E MONITORAR OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (ODS). COMPROMISSO ASSUMIDO PELO BRASIL JUNTO À ONU. IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES DE MELHORIA. DETERMINAÇÕES. RECOMENDAÇÕES. CIÊNCIA. Acórdão.

VISTOS, relatados e discutidos estes autos de Relatório de Auditoria coordenada, realizada sob a coordenação da Secretaria de Controle Externo da Agricultura e do Meio Ambiente (Secex Ambiental), com o objetivo de avaliar a presença de estruturas de governança no Governo Federal para implementar a Agenda 2030 e a meta 2.4 dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) no Brasil e consolidar os resultados com os de outras onze Entidades Fiscalizadoras Superiores da América Latina e Caribe sobre o mesmo tema.

ACORDAM os Ministros do Tribunal de Contas da União, reunidos em Sessão do Plenário, ante as razões expostas pelo Relator, em:

9.1. recomendar à Comissão Nacional para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável com fulcro no art. 43, inciso I, da Lei 8.443/1992, combinado com art. 250, inciso III, do Regimento Interno do Tribunal de Contas da União, que no prazo de 90 dias:

9.1.1. estabeleça a quem caberá definir, em última instância, qual será o conjunto de metas e indicadores nacionais e institua mecanismos de interação entre os processos de nacionalização das metas e de definição de indicadores, a fim de promover a implementação da Agenda 2030 no Brasil;

9.1.2. formalize estratégia de longo prazo para o seu funcionamento, prevendo, até a conclusão dos trabalhos da Agenda 2030: objetivos de longo prazo, marcos intermediários e sistemática de renovação dos sucessivos planos de ação, no intuito de mitigar o risco de descontinuidade da sua atuação;

9.1.3. estabeleça mecanismos de coordenação entre as iniciativas de sensibilização à Agenda 2030 já existentes no âmbito da administração pública federal, com o propósito de evitar fragmentações, sobreposições e duplicidades entre elas;

9.1.4. estabeleça processo para a elaboração dos futuros Relatórios Nacionais Voluntários do Brasil, definindo atividades, prazos, responsáveis e fluxos de informação, a fim de estimular o monitoramento sistemático e contínuo, bem como a avaliação transversal de políticas públicas, sob uma perspectiva integrada de governo;

9.2. recomendar, com fulcro no art. 43, inciso I, da Lei 8.443/1992, combinado com art. 250, inciso III, do Regimento Interno do Tribunal de Contas da União, ao Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão, em conjunto com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, que estabeleça no prazo de 120 dias uma estratégia para implementar o monitoramento e a avaliação integrada a nível nacional de todas as políticas públicas brasileiras (multissetorial, multinível e de longo prazo), considerando nessa estratégia iniciativas já existentes ou em desenvolvimento, a exemplo do Sistema Nacional de Informações Oficiais;

9.3 determinar ao Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão, com fulcro no art. 43, inciso I, da Lei 8.443/1992, combinado com art. 250, inciso II, do Regimento Interno do Tribunal de Contas da União, que informe a este Tribunal, no prazo de 90 dias, as providências instituídas para dar cumprimento à recomendação do Comitê Interministerial de Governança, formalizada por meio do Aviso-Circular nº 01/CC/PR, de 06 de março de 2018, no sentido de o Ministério elaborar estudos preparatórios para a formulação da estratégia nacional de desenvolvimento econômico e social 2020-2031;

9.4. determinar ao Ministério da Transparência e Controladoria Geral da União (CGU), com fundamento no art. 10 do Anexo I do Decreto 8.910/2016 e art. 18 do Decreto 9.203/2017, que no prazo de 120 dias submeta ao Comitê Interinstitucional de Governança (CIG), proposta de aprimoramento dos mecanismos para a prevenção e gestão de riscos de forma integrada, com o objetivo de identificar e gerir riscos transversais entre políticas

públicas, a exemplo de fragmentações, sobreposições, duplicidades e lacunas, dentre outros;

9.5. recomendar à Casa Civil da Presidência da República, em conjunto com o Ministério da Fazenda, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, o Ministério da Saúde, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, o Ministério do Meio Ambiente e o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, que:

9.5.1. adote providências para atribuir a órgão ou entidade do Poder Executivo o papel de supervisão das desonerações tributárias de II, IPI, Cofins e PIS/Pasep incidentes sobre as atividades de importação, produção e comercialização de agrotóxicos;

9.5.2. adote providências para criar mecanismos de acompanhamento e avaliação periódica das desonerações tributárias de II, IPI, Cofins e PIS/Pasep incidentes sobre as atividades de importação, produção e comercialização de agrotóxicos, com a definição de metodologia de avaliação da eficiência, eficácia e efetividade dessas desonerações, incluindo o cronograma e a periodicidade das avaliações, no intuito de verificar se essas medidas alcançam os fins a que se propõem;

9.6. recomendar à Secretaria da Receita Federal do Brasil que promova a desagregação e a divulgação dos dados sobre a desoneração tributária referente a agrotóxicos e demais itens que compõem o gasto tributário 'Desoneração da cesta básica' no Demonstrativo dos Gastos Tributários (DGT), a fim de promover a transparência das desonerações tributárias federais;

9.7. recomendar à Casa Civil da Presidência da República que, de forma participativa e em conjunto com o Ministério da Fazenda, a Secretaria da Receita Federal do Brasil, a Câmara de Comércio Exterior, o Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, o Ministério do Meio Ambiente, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, o Ministério da Saúde, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária e demais interessados, avalie a oportunidade e a viabilidade econômica, social e ambiental de utilizar o nível de toxicidade à saúde humana e o potencial de periculosidade ambiental, dentre outros, como critérios na fixação das alíquotas dos tributos incidentes sobre as atividades de importação, de produção e de comercialização de agrotóxicos;

9.8. dar ciência à Casa Civil da Presidência da República da metodologia da Análise de Fragmentações, Sobreposições, Duplicidades e Lacunas (FSD), detalhada no Apêndice D do relatório de auditoria, para que, na condição de coordenadora das discussões de que resultaram a publicação "Avaliação de Políticas Públicas – Guia Prático de Análise Ex Ante", analise a pertinência e a aplicabilidade da referida metodologia nas eventuais revisões da publicação;

9.9. encaminhar cópia do inteiro teor desta deliberação, bem como do relatório de auditoria e do sumário executivo aos Presidentes do Senado Federal e da Câmara dos Deputados a fim de subsidiar as discussões do Projeto de Lei 9163/2017, em tramitação na Câmara dos Deputados, destacando os seguintes aspectos contidos no PL, que impactam o preparo do Brasil para dar cumprimento aos compromissos assumidos junto à ONU com relação à Agenda 2030 e o bom andamento das políticas públicas do país:

9.9.1. a urgência de ser instituído um plano de longo prazo no país, nos termos previsto no art. 9º do PL;

9.9.2. a importância de serem incluídas, dentre as diretrizes da boa governança (art. 4º do PL);

9.9.2.1. a necessidade de os compromissos internacionais dos quais o Brasil é signatário, tais como a Agenda 2030, serem considerados na elaboração dos instrumentos de planejamento do desenvolvimento nacional (art. 7º do PL) ;

9.9.2.2. a necessidade de a gestão de riscos e os monitoramentos das políticas públicas serem previstos e implementados de forma integrada, considerando, além de todos os setores envolvidos, os três níveis de governo; (...).

(TCU. PROC. Nº. 029.427/2017-7. MIN. REL. AUGUSTO NARDES. ACÓRDÃO Nº. 709/2018. ATA Nº. 11/2018. PLENÁRIO. DJ: 04/04/2018).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sociedade global nesta geração da pós-modernidade atingiu o seu ponto máximo de consumo sem comprometer os alicerces totais dos recursos naturais, e, daqui por diante, caso não ocorra o marco referencial universal de alteração de estratégia de rumos, isso impossibilitará qualquer visualização de cenário futuro promissor para os seres viventes, tendo em conta a saturação ambiental de todo o planeta, conforme os dados catalogados nesse trabalho sobre a fragmentação das florestas tropicais e seus efeitos deletérios na urbanização que prejudicam diretamente a biodiversidade da terra.

Nesse sentido, falar sobre fragmentação das florestas tropicais, urbanização e seus impactos na biodiversidade, certo de se tratar de tema de grande relevância na atualidade, bem como em relação às boas práticas adotadas pela ONU e demais países signatários dos respectivos tratados, além dos temas afetos à ecoterritórios urbanos, eco-áreas urbanas, ecociudades, reflorestamento, economia verde, créditos de carbono, instituição da agricultura integrada às florestas, implantação de corredores ecológicos, e somadas às inovações tecnológicas que tornam centros urbanos em verdadeiras ilhas ambientais, terá igual importância quando somada à questão da educação ambiental efetiva, ampla e de acesso universal, iniciando-se desde a tenra idade.

Educação ambiental: esse é a chave mestra que impulsionará toda sociedade a um nível de sociedade planetária mais civilizada, interconectada, consciente, pacífica, ambientalmente equilibrada e sustentável de maneira intergeracional.

REFERÊNCIAS

APREMAVI. Fauna - A preservação dos remanescentes florestais da Mata Atlântica é imprescindível para a manutenção da fauna. site: <https://apremavi.org.br/mata-atlantica/fauna/>. Data 11/07/2019.

BITAR, Paloma Gusmão; MUHLE, Rita Paradeda; ALMINHANA, Clarissa Oliveira; WACHHOLZ, Chalissa Beatriz; MACIEL, Jaqueline Lessa. Metodologias de uma educação ambiental inclusiva. Revista EGP, p. 1-112010. Disponível em: http://www2.portoalegre.rs.gov.br/sma/revista_EGP/Metodologia_Jaqueline_outros.pdf. Acesso: 18/07/2019.

BORTONCELO, Julinana; ROSITO, Jumaida Maria. Educação ambiental para crianças: conscientização para a importância das espécies florestais. Revista Eletrônica do CEspEdAmb-CCR/UFSM. Rio Grande do Sul, 2011.

BRASIL: MMA. Ministério do Meio Ambiente. Biodiversidade brasileira. Fonte: <http://www.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-brasileira>. Data: 10/07/2019.

BRASIL: MMA. Ministério do Meio Ambiente. Impactos sobre a Biodiversidade. Fonte: <https://www.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-global/impactos.html>. Data: 05/05/2020.

BRASIL: MMA. Ministério do Meio Ambiente. Serviços ecossistêmicos. Link: <https://mma.gov.br/biodiversidade/economia-dos-ecossistemas-e-da-biodiversidade/servi%C3%A7os-ecossist%C3%A3micos.html#servi%C3%A7os-ecossist%C3%A3micos>. Data: 06/05/2020.

BRASIL: MMA. Ministério do Meio Ambiente. Relatório da ONU sobre o Panorama da Biodiversidade das Cidades – Ações e Políticas – Avaliação global das conexões entre urbanização, biodiversidade e serviços ecossistêmicos. Versão Pdf. Brasília: 2012. Link: <https://www.mma.gov.br/informma/item/12430-noticia-acom-2014-11-594.html>. Data: 06/05/2020.

FARIA, Marcus Vinicius. A vegetação e os impactos do desmatamento. Site: <http://educacao.globo.com/artigo/vegetacao-e-os-impactos-do-desmatamento.html>. Data: 10/07/2019.

FREITAS, Eduardo de. Floresta Amazônica. Mundo Educação. Link: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/floresta-amazonica-1.htm>. Data: 06/05/2020.

HERNANDEZ, Manoela Imamura. O que são serviços ecossistêmicos? Ecycle. Link: <https://www.ecycle.com.br/4787-servicos-ecossistemicos>. Data: 06/05/2020.

JACOBI, Pedro. EDUCAÇÃO AMBIENTAL, CIDADANIA E SUSTENTABILIDADE. Fonte: <http://www.scielo.br/pdf/cp/n118/16834.pdf>. 2010. Acesso: 12/07/2019.

JACOBI, Pedro; LUZZI, Daniel. Educação e Meio Ambiente - Um diálogo em ação. 27ª Reunião Anual da Anped. <http://www.anped.org.br/sites/default/files/t2211.pdf>. Data: 2004. Acesso: 12/07/2019.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. Metodologia científica. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

MAGALHÃES, Lana. Vegetação do Brasil. Site: <https://www.todamateria.com.br/vegetacao-do-brasil/>. Data: 09/07/2019.

MAGALHÃES, Lana. Toda Matéria. Biodiversidade. Fonte: <https://www.todamateria.com.br/biodiversidade/>. Acesso: 11/07/2019.

MENDONÇA, David Soares Noronha; SILVA, Marconi Souza; RODRIGUES E SILVA, Fábio Augusto. PRÁTICA PEDAGÓGICA EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL: CARTILHA “A AVENTURA NAS CAVERNAS”. Trabalho de conclusão de curso de Ciências Biológicas do Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix. Belo Horizonte, 2010. Fonte: <https://www.metodista.br/revistas/revistas-izabela/index.php/aic/article/view/550>. Acesso: 12/07/2019.

MESQUITA, João Lara. Florestas tropicais – conheça as maiores do mundo. Mar sem fim. Link: <https://marsemfim.com.br/florestas-tropicais-conheca-as-maiores-do-mundo/>. Data: 06/05/2020.

MEYNE, Lucas Saccoll; TOALDO, Adriane Medianeira. A Educação Ambiental como Instrumento para a Concretização do Desenvolvimento Sustentável. Revista Eletrônica da UFSM. ISSN 1981-3694. Vol. 8. Rio Grande do Sul. 2013.

MIRANDA, Ângelo Tiago de. Mata Atlântica – Floresta é a mais agredida do mundo. Inserção: 15/01/2014. Link: <https://educacao.uol.com.br/disciplinas/geografia/mata-atlantica-floresta-e-a-mais-agredida-do-mundo.htm>. Data: 06/05/2020.

MONGABAY. Localização das Florestas Tropicais no Mundo. Link: <https://world.mongabay.com/portuguese/002.html>. Data: 06/05/2020.

NICARETA, Samara Elisana. IMAGENS E ELEMENTOS DA MATEMÁTICA EM CARTILHAS E LIVROS DE LEITURA DE 1930 A 1960. XI Congresso Nacional de Educação (EDUCERE 2013). Grupo de Trabalho - História e Educação. Curitiba, 2013.

O ECO. O que é biodiversidade. Fonte: <https://www.oeco.org.br/dicionario-ambiental/28548-o-que-e-biodiversidade/>. Data: 10/07/2019.

PENA, Rodolfo F. Alves. “Vegetação no Brasil”; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/brasil/vegetacao-brasil.htm>. Data: 10/07/2019.

PENA, Rodolfo F. Alves. Desmatamento: causas e consequências. Escola Kids. Link: <https://escolakids.uol.com.br/geografia/desmatamento-causas-e-consequencias.htm>. Data: 06/05/2020.

PENSAMENTO VERDE. Você sabe o que são hotspots de biodiversidade? Site: <https://www.pensamentoverde.com.br/meio-ambiente/voce-sabe-o-que-sao-hotspots-de-biodiversidade/>. Data: 11/07/2019.

SENICIATO, Tatiana; CAVASSAN, Osmar. Aulas de Campo em Ambientes Naturais e Aprendizagem em Ciências – um Estudo com Alunos do Ensino Fundamental. *Ciência e Educação*, vol. 10, n. 1, pp. 133-147, 2004.

SILVA, Thamires Olimpia. “Tipos de clima”; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/tipos-climas.htm>. Data: 06/05/2020.

THOMAZINI, M.J.; THOMAZINI, A.P.B.W. A fragmentação florestal e a diversidade de insetos nas florestas tropicais úmidas. Rio Branco: Embrapa Acre, 2000. 21p. (Embrapa Acre. Documentos, 57).

WWF. World Wide Fund for Nature. Pegada brasileira. Link: https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/especiais/pegada_ecologica/pegada_brasileira/. Data: 11/07/2019.

EFECTO DE LA VEGETACIÓN SOBRE LOS PROCESOS HIDROLÓGICOS DEL SUELO EN ECOSISTEMAS DE CLIMA MEDITERRÁNEO: ANÁLISIS GEOGRÁFICO DESDE UN ENFOQUE REGIONAL

Data de aceite: 03/08/2020

Javier Lozano - Parra

Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Chile

Jacinto Garrido Velarde

Instituto Universitario para el Desarrollo Territorial Sostenible (INTERRA), Universidad de Extremadura
Cáceres, España

Manuel Pulido Fernández

Instituto Universitario para el Desarrollo Territorial Sostenible (INTERRA), Universidad de Extremadura
Cáceres, España

Ramón García Marín

Departamento de Geografía, Universidad de Murcia
Murcia, España

escalas temporales más cortas es muy poco conocida. El objetivo principal de este trabajo fue determinar el papel de las cubiertas vegetales (espacios con y sin influencia del arbolado) sobre la respuesta hidrológica del suelo utilizando mediciones en alta resolución temporal. Para ello, se monitorizó el contenido de agua del suelo con sensores capacitivos instalados en el perfil edáfico a diferentes profundidades, que registraron continuamente en intervalos de 30 minutos. Las mediciones se llevaron a cabo en tres áreas de estudio de ecosistemas de arbolado disperso con clima mediterráneo y abarcaron más de dos años hidrológicos. Los resultados obtenidos mostraron que la cantidad de agua que alcanza el suelo procedente de la lluvia puede ser modificada temporalmente por las cubiertas, según las características de las precipitaciones y las condiciones ambientales antecedentes previas al evento pluviométrico. Las cantidades de lluvia que desencadenaron una respuesta hidrológica positiva del suelo disminuyeron a medida que las condiciones antecedentes se volvieron más secas, siendo más acentuadas debajo de las copas de los árboles. La frecuencia de los ciclos de rehumectación y los estados antecedentes sugirieron ser tan importantes o incluso más que la duración o la cantidad de precipitación.

RESUMEN: El agua del suelo es un componente clave del ciclo hidrológico que interviene en la organización y funcionamiento de los ecosistemas de climas mediterráneos. Sin embargo, a pesar de su gran importancia en los procesos naturales y de sus aplicaciones para la modelización ambiental, la mayoría de los estudios hidrológicos basan sus análisis en escalas temporales diarias o más largas, mientras que la dinámica de los procesos a

Por tanto, el papel de la vegetación fue más decisivo bajo condiciones ambientales secas, donde los eventos inferiores de 6 mm y 2 mm nunca causaron respuesta hidrológica edáfica bajo la copa de los árboles ni en los espacios abiertos, respectivamente. Estas observaciones adquieren relevancia al considerar que las condiciones iniciales fueron independientes de la estacionalidad y que más de la mitad de todos los eventos de lluvia registraron cantidades menores a 5 mm. Si los cambios en los patrones de precipitación tienden hacia condiciones más secas, el predominio de tales situaciones podría tener importantes consecuencias ecohidrológicas en ecosistemas semiáridos.

PALABRAS- CLAVE: Humedad del suelo, cubierta vegetal, bosque abierto de encinas, dehesa, evento de lluvia, alta resolución temporal.

1 | INTRODUCCIÓN

La precipitación es a menudo la única fuente de humedad del suelo en ambientes con escasez hídrica, así como en zonas semiáridas de clima mediterráneo con cobertura arbórea dispersa. En estas regiones, la distribución espacial y temporal de la humedad del suelo es a la vez causa y consecuencia de la presencia de vegetación, la cual desempeña un papel clave porque evita la erosión y degradación del suelo, mantiene altos niveles de biodiversidad y proporciona alimento para el ganado (D'Odorico y Porporato , 2006; García-Estringana *et al.*, 2013; Moreno y Pulido, 2009; Rodríguez-Iturbe, 2000; Schnabel *et al.*, 2013a). La vegetación influye en la cantidad de agua de lluvia que llega al suelo a través de la interceptación, caída, flujo del tallo o factores bióticos que controlan la repelencia del agua del suelo (David *et al.*, 2006; Llorens y Domingo, 2007; Pereira *et al.*, 2009; Schnabel *et al.*, 2013b; Staelens *et al.*, 2006; Wang *et al.*, 2013). Sin embargo, el efecto de estos factores en el control de la humedad del suelo se ha estudiado tradicionalmente de manera separada (Doerr y Thomas, 2000; Gerrits *et al.*, 2013; Liang *et al.*, 2011), mientras que su influencia general sobre la humedad del suelo rara vez ha sido considerada. Por ejemplo, es común que los estudios sobre la interceptación de lluvia solo consideren la interceptación de árboles, sin tener en cuenta la de la capa de hojarasca, que puede ser tan alta o incluso mayor que aquella de los árboles (Gerrits *et al.*, 2007).

La interceptación de las copas de los árboles es un proceso importante del balance hídrico, cuyos resultados se expresan principalmente en mm año⁻¹ o como un porcentaje de la precipitación neta, y pueden representar entre el 15% y 50% de la precipitación anual, dependiendo de las características de la vegetación, tales como la composición de especies, la estructura de soporte o el clima (Gerrits *et al.*, 2007). En los bosques abiertos perennifolios de *Quercus ilex*, se estima que el 27,8% de la precipitación anual se pierde por la interceptación de los árboles (Llorens y Domingo, 2007), aunque su variabilidad estacional es un factor importante que rara vez se informa (Fathizadeh *et al.*, 2014, 2013). La interceptación por pastizales es difícil de cuantificar porque el follaje puede variar

fuertemente con respecto a la densidad y la altura, su estructura espacial parcheada, además de ser variable en el tiempo. En el clima mediterráneo semiárido de California, se estimó la interceptación entre el 8% y el 10% de la precipitación anual, pero variando según la estación y la cubierta vegetal (Corbett y Crouse, 1968; Swarowsky *et al.*, 2011). La interceptación del suelo del bosque puede derivarse de la hojarasca, la hierba muerta, musgos, ramitas o piedras. La cubierta de la capa de hojarasca debajo de la encina puede oscilar entre el 9,4% y el 60,4% de la superficie (Schnabel *et al.*, 2013b) y su período de descomposición puede durar hasta 3 años (Incerti *et al.*, 2011). En los bosques de hayas, la interceptación del suelo del bosque fue aproximadamente del 34% de la lluvia caída y puede llegar a ser incluso mayor que la interceptación de los árboles (Gerrits *et al.*, 2007). Sin embargo, este proceso hidrológico aún no se ha estudiado en bosques de árboles dispersos de *Q. ilex*. La repelencia del agua del suelo es un fenómeno relacionado con el tipo de cubierta vegetal, que es más alta debajo de las copas de las encinas que en los pastizales, siendo solo importante en condiciones secas y disminuyendo gradualmente a medida que el suelo se humedece (Doerr y Thomas, 2000; Schnabel *et al.*, 2013b).

Aunque la incidencia espacio-temporal de todos los factores antes mencionados sobre la humedad del suelo no suele ser considerada, las relaciones entre la humedad del suelo y las cubiertas de vegetación han sido bien documentadas en bosques abiertos mediterráneos (Cubera y Moreno, 2007a, 2007b; Joffre y Rambal, 1988, 1993) Sin embargo, una desventaja es que las mediciones se han tomado comúnmente con una resolución temporal mayor que la diaria, omitiendo por lo tanto los procesos hidrológicos en escalas de tiempo más cortas y sin tener en cuenta los factores que pueden causarlos (Gerrits *et al.*, 2013). Por lo tanto, en algunas regiones climáticas, estos procesos deben analizarse a alta resolución, ya que la naturaleza de los fenómenos es a corto plazo. En este sentido, los avances tecnológicos han permitido estudiar procesos hidrológicos con una resolución de tiempo muy detallada, como por ejemplo una escala de evento de lluvia o menor (Liang *et al.*, 2011; Lin y Zhou, 2008; Wang *et al.*, 2013; Zehe *et al.*., 2010; Zhang *et al.*, 2010). A pesar de esto, los sondeos que abordan la escala de tormentas de lluvia están frecuentemente condicionados por un corto período de estudio analizado, lo que resulta en un bajo número de eventos de lluvia o una falta de descripción en la definición de los criterios, lo cual es un factor importante porque su número y propiedades pueden influir en este último análisis (Dunkerley, 2008).

El objetivo general de este estudio es determinar el papel de las cubiertas vegetales en la dinámica espacio-temporal de la humedad del suelo a alta resolución temporal, identificar los factores que influyen en ello y definir la influencia de las condiciones meteorológicas previas en las variaciones de humedad del suelo. El estudio también se justifica por el hecho de que los procesos en estas escalas de tiempo todavía están poco investigados. Por lo tanto, se plantean las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es el papel que desempeñan las cubiertas vegetales en el aumento del agua

del suelo, en la escala de eventos de lluvia?

- ¿Cuáles son los principales factores que influyen en los procesos de humectación del suelo, en esta escala de tiempo?
- ¿Cómo afectan las condiciones meteorológicas previas en los aumentos de humedad del suelo, en diferentes cubiertas vegetales?
- ¿Existe un umbral de lluvia para producir un aumento de la humedad del suelo en función de la cubierta vegetal y las condiciones antecedentes?

Para responder a estas preguntas, se instaló un conjunto de sensores capacitivos que permiten el monitoreo continuo del agua del suelo en los perfiles del suelo de los pastizales y debajo de las copas de los árboles. Con el objetivo de registrar todas las posibles variaciones meteorológicas, las mediciones se llevaron a cabo durante dos años hidrológicos y medio, en tres diferentes áreas de estudio, representativas del ecosistema de bosque abierto mediterráneo.

2 | ÁREAS DE ESTUDIO

La investigación se realizó en la cuenca experimental de Parapuños y en dos granjas privadas (Cuartos y Naranjero) en la región española de Extremadura (Fig. 1 y Tabla 1). Estas áreas de estudio se seleccionaron porque son representativas de un sistema agrosilvopastoral llamado *dehesa* o *montado*, que consiste en pastizales con cubierta de árboles dispersos que resultan de la tala y el pastoreo de ganado. Estos ecosistemas seminaturales ocupan extensas áreas en la parte suroeste de la Península Ibérica y también se encuentran en otros países mediterráneos. Sus condiciones climáticas son típicas de los pastizales españoles, que comprenden condiciones semiáridas a subhúmedas secas.

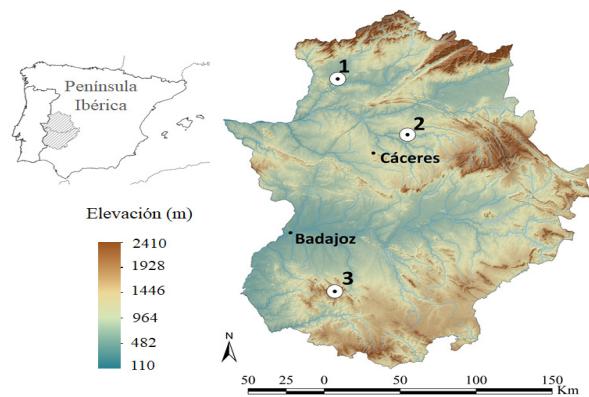


Fig. 1: Localización de las áreas de estudio en la región española de Extremadura. 1 = Cuartos; 2 = Parapuños; 3 = Naranjero.

Las áreas de estudio están ubicadas en antiguas superficies de erosión, formadas por esquisto y grauvaca de la edad precámbrica. El paisaje es suavemente ondulado. Los

suelos son poco profundos, con un espesor generalmente menor a 50 cm (Schnabel *et al.*, 2013a), tienen texturas limosas a arenosas y son pobres en materia orgánica (con valores inferiores al 3% en el horizonte A). Se clasifican como Cambisoles y Leptosoles (FAO, 2006). El contenido de materia orgánica es más alto debajo de la cubierta arbórea que en las áreas abiertas, pero las diferencias solo son significativas en los 5 cm superiores (Pulido-Fernández *et al.*, 2013). Las raíces se concentran en los primeros 10 cm de la capa superior del suelo, lo que explica la mayor porosidad en comparación con las capas más profundas. La densidad aparente es alta, con un valor medio de 1,45 g cm⁻³. La capacidad de campo de los suelos es de aproximadamente 0,3 m³ m⁻³, mientras que el punto de marchitez es de aproximadamente 0,15 m³ m⁻³ o incluso valores más bajos. El clima es mediterráneo con influencia oceánica y continental, y la precipitación cae casi exclusivamente como lluvia, variando fuertemente, tanto estacional como interanualmente. La precipitación en las áreas de estudio varía con valores medios anuales de 518 mm en Parapuños, 631 mm en Naranjero y 594 mm en Cuartos (Tabla 1). El régimen de precipitaciones generalmente se caracteriza por eventos de lluvia frontal de larga duración (generalmente desde mediados de otoño hasta mediados de primavera) y tormentas convectivas de corta duración (principalmente desde fines de primavera hasta principios de otoño). La temperatura media anual es de alrededor de 16 °C, con un mínimo promedio de 3,1 °C en enero y un máximo promedio de 34,2 °C en julio. La evapotranspiración potencial casi duplica la precipitación, lo que resulta en climas que van desde semiáridos a secos subhúmedos. La vegetación se puede clasificar en tres capas: árboles, arbustos y pastos (además de hierbas), que aparecen en diferentes combinaciones y con diferentes densidades (Tabla 1). Sin embargo, la capa de arbustos suele ser eliminada para facilitar el pastoreo. La especie arbórea dominante es la encina (*Q. ilex*), siendo el alcornoque (*Quercus suber*) menos frecuente. El índice de área foliar en *Q. ilex* puede oscilar entre 2,6 y 6,0 m² m⁻², dependiendo del crecimiento fenológico del árbol (Damesin *et al.*, 1998). La capa herbácea está compuesta principalmente por pastos anuales, como *Lolium sp.*, *Bromus sp.* y *Trifolium sp.* Los pastos y las hierbas presentan su máxima producción en primavera y un máximo secundario en otoño. Durante el invierno la producción es baja, siendo el verano un período no vegetativo.

	Cuartos	Parapuños	Naranjero
Área (ha)	1.23	99.5	1.11
Altitud media (m snm)	349	396	531
Pendiente (°)	1.4	4.4	4.4
Orientación general	E-NE	SO-S	E-SE
Precipitación media Anual (mm)	594	518	631
ETP (mm)	1179	1129	1132
Temperatura media anual (°C)	15.9	16.0	15.3
Mínima temperatura mensual media (°C)	3.1	3.2	3.6

Máxima temperatura mensual media (°C)	33.9	34.2	32.0
Índice de aridez (IA)	Subhúmedo seco	Semiárido	Subhúmedo seco
Densidad de arbolado (árboles ha^{-1})	18.8	34.5	68.5
Cobertura vegetal (%)	13.5	16.0	37.9
DTP (cm)*	69.6 ± 23.7	38.1 ± 4.5	43.2 ± 15.3
Anchura de la copa del árbol (m)*	8.8 ± 2.1	8.1 ± 1.5	8.4 ± 2.1
Superficie de suelo desnudo bajo la copa del árbol y en pastizal (%) ^a	7.9 – 16.8	12.2 – 15.7	0.5 – 6.8

Tabla 1. Síntesis de las características generales de la cuenca experimental y de las parcelas de medición. IA se refiere al índice de aridez de la UNEP [1992]. ETP es Evapotranspiración Potencial Anual, y fue calculada con el método de Turc [1961]. DTP = Diámetro del tronco a la altura del pecho

3 I METODOLOGÍA

3.1 Recopilación de datos

El período de estudio duró desde abril de 2010 hasta septiembre de 2012. El año hidrológico comienza el 1 de septiembre. El contenido de humedad del suelo (SM, por sus siglas en inglés, de *Soil Moisture*) se midió con sondas de tipo capacitancia (*Decagon Devices, Inc.*, modelo *EC-5*) que registraron continuamente el contenido volumétrico de agua ($m^3 m^{-3}$) con una resolución temporal de 30 min. Esta configuración temporal puede considerarse suficiente para monitorear los procesos hidrológicos estudiados con alta precisión, ya que la naturaleza de estos fenómenos es con frecuencia a corto plazo. Se instalaron sensores a cuatro profundidades diferentes: 5, 10, 15 cm y la última a una profundidad mayor, dependiendo del grosor del suelo (Fig. 2A). La selección de las profundidades de los sensores se justifica porque los suelos son generalmente muy poco profundos y la mayoría de las raíces se concentran en la capa superior del suelo (Moreno *et al.*, 2005; Pulido-Fernández *et al.*, 2013; Schenk y Jackson, 2002). Para esto, se abrió una calicata y se instalaron sensores horizontalmente en la dirección de máxima pendiente del terreno, de forma escalonada, y con su borde de forma perpendicular con respecto al suelo (Martínez-Fernández y Ceballos-Barbancho, 2003; Martínez-Fernández y Ceballos-Barbancho, 2005), como se muestra en la figura 2A. Esto se justifica porque se evita la acumulación de agua en la superficie del sensor, el flujo vertical de agua hacia cada sensor no se ve influenciado por un sensor ubicado en una posición superior, y toman valores de cada capa de suelo en lugar de registrar valores medios en la profundidad del perfil. Durante la instalación, también se tomaron muestras de suelo de cada profundidad para su análisis. Finalmente, la calicata se rellenó cuidadosamente y se volvió a cerrar (Fig. 2A). Como se ha reportado que la precisión del sensor es de $\pm 3-4\%$, se realizó una calibración específica en el laboratorio siguiendo el método de Cobos y Chambers (2010), mejorando la precisión a $\pm 1-2\%$ ($r^2 = 0.98$; $p = 0.000$). Los sensores se reunieron en

estaciones de humedad del suelo (SMS, por sus siglas en inglés, de *Soil Moisture Stations*) en dos situaciones contrastantes en cada granja: espacios abiertos (Pastizal) y debajo de las copas de los árboles (Árbol) (Fig. 2B y C), ambos considerando varias cubiertas de vegetación de manera integrada. La cubierta de Pastizal incluye plantas herbáceas anuales, hojarasca y musgos, mientras que la cubierta de Árbol incluye las primeras, pero también la cubierta del dosel. Se tuvo especial cuidado en situar las estaciones en la parte media de la ladera o al pie de la misma, y siempre evitando los rellenos sedimentarios de los fondos de los valles. Además, en el caso de las SMS debajo de las copas de los árboles, se posicionaron en el punto medio entre el tronco del árbol y el borde de la copa, con una orientación suroeste. Se instalaron y distribuyeron un total de ocho SMS entre las tres áreas de estudio, como se muestra en la Tabla 2.

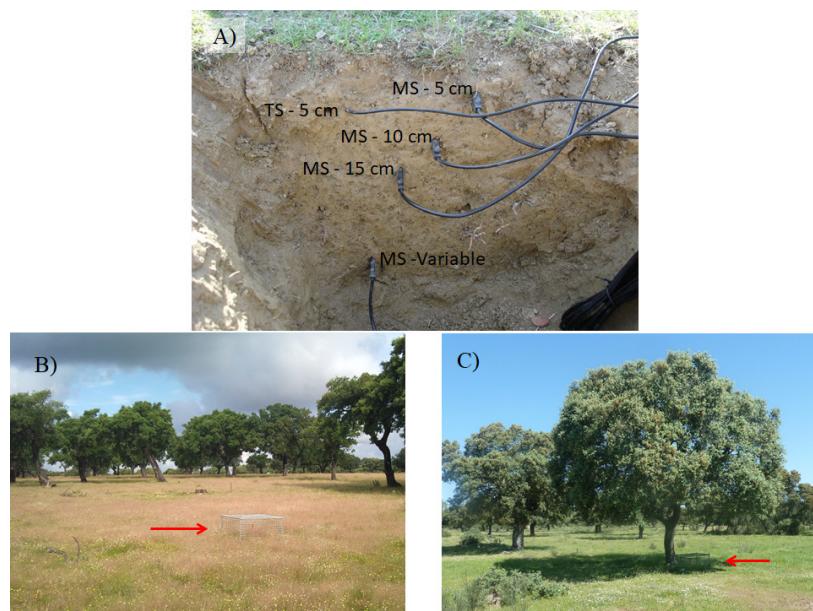


Fig. 2: A) Ejemplo de estación de humedad del suelo (SMS) con sensores de humedad y temperatura. B) SMS en espacio abierto; C) SMS bajo copa de árbol.

Para presentar las mediciones más contrastantes, los análisis se llevaron a cabo utilizando solo dos sensores en cada SMS, el más alto (5 cm), que es el más afectado por factores externos, y el más bajo. Aunque las mediciones de humedad del suelo tienen una alta resolución temporal, se puede argumentar que la resolución espacial es baja porque no se realizaron mediciones de réplica, es decir, había muy pocos sensores disponibles para representar las diferentes situaciones en cada granja. Por lo tanto, se realizaron mediciones adicionales, tomadas manualmente con un equipo *Reflectómetro de Dominio de Tiempo* (TDR, por sus siglas en inglés, de *Time Domain Reflectometer*), con el objetivo de mejorar la resolución espacial y validar las mediciones del sensor. Los resultados demostraron que las mediciones de los sensores fueron significativamente similares a las tomadas con el equipo manual en varios puntos alrededor de las SMS (datos no presentes aquí).

Área de estudio	Cobertura vegetal	SMS	Símbolo
Cuartos (C)	Grassland (G)	1	CG1
	Tree (T)	1	CT1
Parapuños (P)	Grassland (G)	3, 4	PG3, PG4
	Tree (T)	2	PT2
Naranjero (N)	Grassland (G)	1, 2	NG1, NG2
	Tree (T)	1	NT1

Tabla 2. Ubicación de cada estación de humedad del suelo (SMS) en cada área de estudio, cobertura vegetal que le afecta, y nomenclatura asignada.

La lluvia se midió con pluviómetros de cubeta basculante (*HOBO Data Logging Rain Gauge*, modelo *RG3*), que registraron con una resolución de 0,2 mm y a intervalos de 5 minutos. En cada área de estudio, se colocó un dispositivo cerca (<1 km) de los SMS, a 1,5 m sobre el nivel del suelo y en un área abierta. Las propiedades del suelo se determinaron para cada profundidad de sensor y se presentan en la Tabla 3. La porosidad total se calculó utilizando valores de densidad aparente, que se determinaron utilizando muestras no perturbadas de volumen conocido (~100 cm³) y tres réplicas. La materia orgánica del suelo se determinó mediante el método de Walkley y Black (1934) y la distribución del tamaño de grano siguiendo el de USDA (2004).

SMS	Profundidad (cm)	Arcilla (%)	Limo (%)	Arena (%)	Materia Orgánica (%)	Porosidad (%)
CG1	2.5 – 7.5	9.3	49.6	41.2	2.29	44.4
	27.5 – 32.5	14.1	50.0	35.9	1.30	39.0
CT1	2.5 – 7.5	8.5	55.1	36.4	1.86	41.9
	27.5 – 32.5	13.9	54.9	31.2	0.20	42.9
PG3	2.5 – 7.5	7.0	50.2	42.8	4.00	52.8
	27.5 – 32.5	13.1	59.2	27.7	1.00	39.1
PG4	2.5 – 7.5	4.8	38.9	56.3	1.37	35.3
	27.5 – 32.5	15.1	39.0	45.9	0.41	35.1
PT2	2.5 – 7.5	4.2	37.5	58.3	6.30	55.6
	12.5 – 17.5	8.3	57.3	34.5	1.20	41.5
NG1	2.5 – 7.5	7.1	54.1	38.9	2.43	47.1
	12.5 – 17.5	5.3	49.0	45.7	5.00	40.7
NG2	2.5 – 7.5	6.2	48.4	45.4	2.58	48.7
	22.5 – 27.5	10.3	47.9	41.8	0.83	40.0
NT	2.5 – 7.5	4.3	43.3	52.5	4.20	59.1
	17.5 – 22.5	8.4	47.4	44.2	1.52	45.2

Tabla 3. Propiedades físicas de los suelos de cada estación de humedad del suelo (SMS).

3.2 Procesamiento de datos y análisis estadístico

Los eventos de lluvia se definieron utilizando el Tiempo Mínimo Intereventos (MIT, por sus siglas en inglés, de *Minimum Inter-event Time*), es decir, el tiempo transcurrido sin

lluvia entre dos eventos consecutivos. En la literatura, este valor oscila entre 3 y 24 h, sin embargo, los valores más ampliamente aceptados son del orden de 6 a 8 h (Dunkerley, 2008). En este estudio, el criterio de separación utilizado fue de 6 h sin cantidades de lluvia mayores a 0,2 mm (Fig. 3). Se justifica porque los eventos de lluvia con espacios de más de 6 h son frecuentes, y porque con frecuencia ocurren registros aislados de 0,2 mm que no producen ningún cambio en la humedad del suelo. Con el fin de definir los factores que influyen en los procesos de humectación del suelo a escala de eventos en cada área de estudio, se definieron las propiedades del evento de lluvia, las condiciones anteriores al evento de lluvia y los valores de humedad del suelo asociados con el evento de lluvia (Tabla 4), como se ilustra en la Fig. 3.

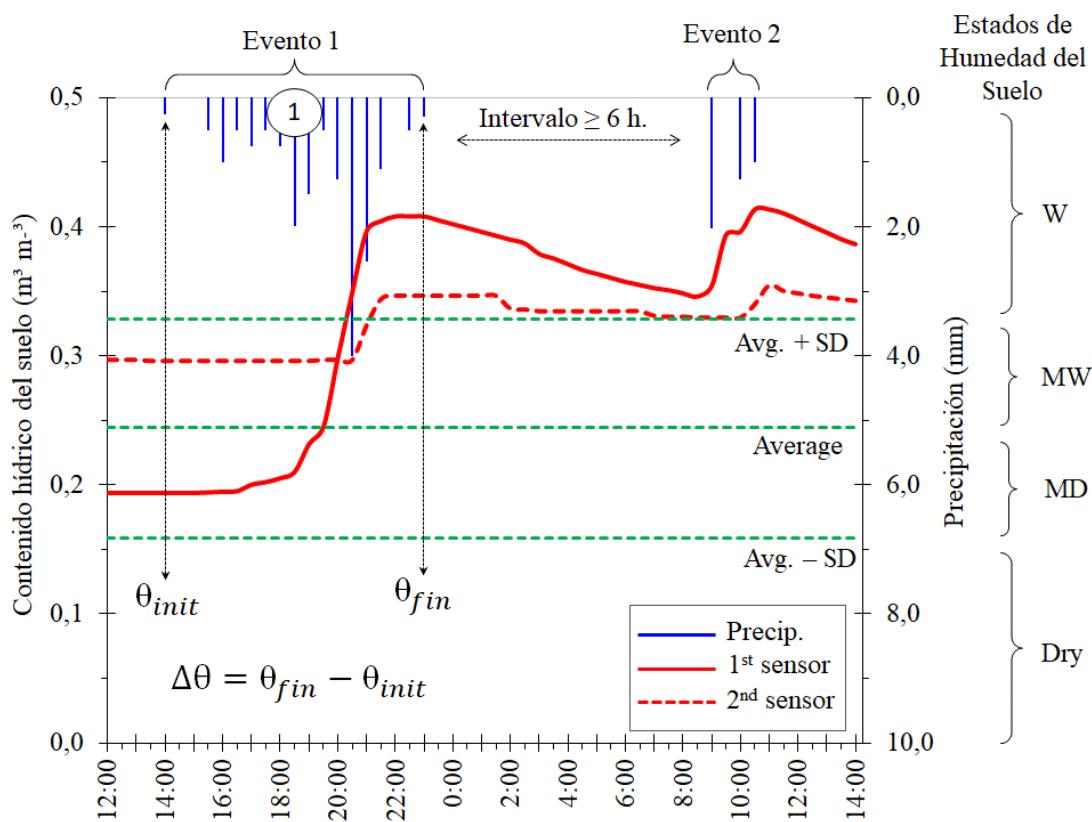


Fig. 3: Metodología utilizada para definir los valores de humedad del suelo para cada evento de lluvia y los estados de humedad del suelo. El número 1 alude a las propiedades de lluvia. SD = desviación estándar. θ_{init} y θ_{fin} = humedad inicial y final del suelo, respectivamente. MD y MW = estados secos y húmedos intermedios, respectivamente.

Como muestran otros autores, los cambios en la humedad del suelo están fuertemente influenciados por las condiciones antecedentes (Gómez-Plaza *et al.* (2001) o Lin y Zhou (2008)). Por esta razón, se definieron y calcularon cuatro diferentes condiciones o estados antecedentes de humedad del suelo mediante dos métodos diferentes, el método de los cuartiles y el método de desviación estándar media. Los dos métodos probados mostraron resultados muy similares, por lo tanto, el último fue finalmente seleccionado. Este enfoque se aplicó en cada SMS. La Fig. 3 ilustra la metodología utilizada, y la Tabla 5 resume

los valores de humedad del suelo (SM) correspondientes. Se definieron los siguientes estados de humedad del suelo:

- Seco (Dry) = $SM < \text{promedio} - 1 \text{ desviación estándar}$. (El estado Seco ocurre cuando el contenido de humedad del suelo registrado por un sensor dado es menor que el promedio de humedad del suelo calculado para el perfil del suelo, menos su desviación estándar).
- Húmedo (W) = $SM > \text{promedio} + 1 \text{ desviación estándar}$. (El estado Húmedo ocurre cuando el contenido de humedad del suelo registrado por un sensor dado es mayor que el promedio de humedad del suelo calculado para el perfil del suelo, más su desviación estándar).
- Medio Seco (MD) = SM entre promedio y Seco. (El estado Medio Seco ocurre cuando el contenido de humedad del suelo registrado por un sensor dado se encuentra entre el promedio de humedad del suelo calculado para el perfil del suelo y el estado seco).
- Medio Húmedo (MW) = SM entre promedio y Húmedo. (El estado Medio Húmedo ocurre cuando el contenido de humedad del suelo registrado por un sensor dado se encuentra entre el promedio de humedad del suelo calculado para el perfil del suelo y el estado húmedo).

Símbolo	Descripción	Unidad
Duración	Duración del evento	horas
Rainfall	Cantidad de lluvia del evento	mm
Max-5; 10; 30; 60	Máxima cantidad de lluvia acumulada en 5; 10; 30 y 60 minutos, respectivamente,	mm
TLE, TPE	Tiempo transcurrido desde el último (<i>Time Last Event</i>) y el penúltimo evento (<i>Time Penultimate Event</i>), respectivamente.	horas
AP	Precipitación acumulada desde el 1 de Septiembre	mm
AP 24h; 48h	Precipitación acumulada en las últimas 24 y 48 horas, respectivamente.	mm
AP 5; 15; 30; 45	Precipitación acumulada en los últimos 5, 15, 30 y 45 días, respectivamente	mm
AP/day	Precipitación antecedente dividida entre el día juliano. Ambas variables comienzan a contabilizarse a partir del 1 septiembre.	mm
PET 10; 30	Evapotranspiración potencial acumulada en los últimos 10 y 30 días, respectivamente. PET fue calculada con el método de <i>Turc</i> [1961].	mm

Tabla 4. Propiedades de los eventos de lluvia, condiciones anteriores al evento de lluvia y los valores de humedad del suelo asociados a eventos de lluvia, símbolos y unidades de medida.

Finalmente, las variaciones de humedad del suelo a escala de eventos de lluvia, en la capa superior y la más profunda del suelo, se analizaron de la siguiente manera:

$$\Delta\theta = \theta_{fin} - \theta_{init}$$

donde $\Delta\theta$ es la variación de la humedad del suelo en la escala del evento de lluvia, θ_{fin} y θ_{init} son la humedad del suelo final e inicial registrada por un sensor al final y al comienzo del evento de lluvia, respectivamente.

Respecto a los errores de precisión del sensor, solo se consideraron para el análisis

las variaciones de humedad del suelo superiores a $0,003 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ (0,3%). En la literatura se atribuyen valores similares al ruido del sensor, por ejemplo, Lin y Zhou (2008) que usaron $0,002 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$. La base de datos final incluye 989 eventos, con más de 100 eventos para cada SMS, registrados entre el 1/4/2010 y el 31/8/2012.

SMS	Seco	Medio Seco (MS)	Promedio	Medio Húmedo (MH)	Húmedo
CG1	≤ 0.171	0.172 - 0.273	0.274	0.275 - 0.376	≥ 0.377
CT	≤ 0.186	0.187 - 0.276	0.277	0.278 - 0.368	≥ 0.369
PG3	≤ 0.177	0.178 - 0.283	0.284	0.285 - 0.391	≥ 0.392
PG4	≤ 0.153	0.154 - 0.234	0.235	0.236 - 0.316	≥ 0.317
PT2	≤ 0.165	0.166 - 0.267	0.268	0.269 - 0.370	≥ 0.371
NG1	≤ 0.195	0.196 - 0.292	0.293	0.294 - 0.389	≥ 0.390
NG2	≤ 0.158	0.159 - 0.243	0.244	0.245 - 0.328	≥ 0.329
NT	≤ 0.093	0.094 - 0.175	0.176	0.177 - 0.257	≥ 0.258

Tabla 5. Valores que definen los 4 estados de humedad edáfica en cada Estación de Humedad (SMS), y humedad media ($\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$) en cada SMS, desde abril 2010 hasta septiembre 2012.

Una vez que se definieron los estados de humedad del suelo para cada SMS, se realizó un análisis estadístico con el fin de establecer las condiciones antecedentes para la ocurrencia de un estado particular de humedad del suelo. Se utilizaron dos grupos de variables que influyen en los aumentos de humedad del suelo, aquellas relacionados con los eventos de lluvia y aquellas relacionadas con las condiciones antecedentes. Su rol en los aumentos de SM se exploró estadísticamente, tanto individualmente como de forma combinada. Finalmente, se usó la prueba estadística no-paramétrica de Mann-Whitney para determinar si se encontraron diferencias significativas en las variaciones de humedad del suelo entre las cubiertas vegetales.

4 | RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Características de la lluvia durante el período de estudio

Como se esperaba para el clima mediterráneo, la distribución de las lluvias anuales y estacionales fue bastante irregular entre los tres años hidrológicos, como se ilustra en la Fig. 4. Durante los primeros dos años, las cantidades de lluvia fueron más altas que los valores medios, especialmente en Parapuños, mientras que el tercer año hidrológico puede considerarse muy seco porque las precipitaciones constituyeron solo alrededor del 50% de los valores medios anuales. Los veranos fueron muy secos y alcanzaron más de 120 días sin lluvia. Lluvias muy escasas en verano constituyen la característica más regular de las muy variables precipitaciones de la región, un hecho también reportado por Joffre y Rambal (1993). Durante las estaciones lluviosas (otoño, invierno y primavera) las

precipitaciones fueron irregulares, por ejemplo, en el invierno de 2011–12 se registraron menos de 24 mm en las áreas de estudio, en contraste con el caso de 2009–10, donde el invierno fue excepcionalmente lluvioso. No obstante, la distribución de lluvias estacionales de las granjas de estudio fue similar (Fig. 4).

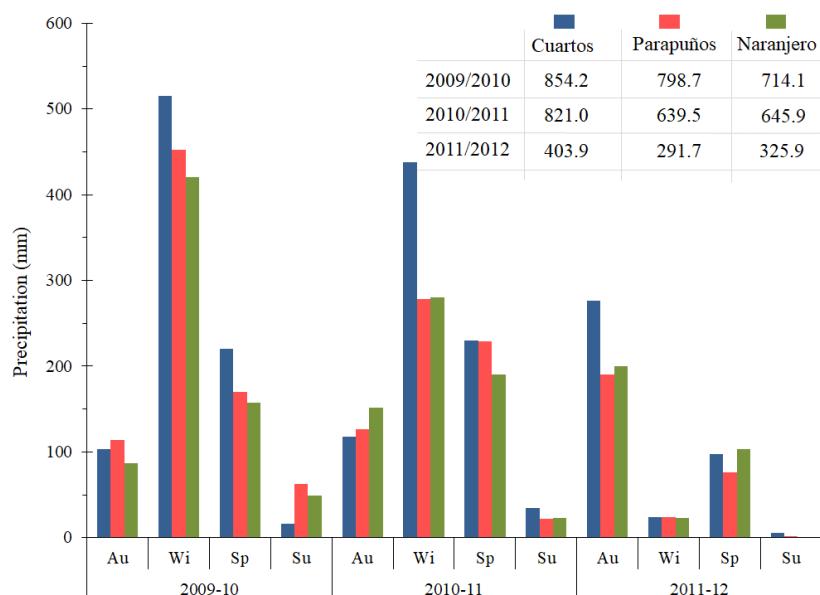


Fig 4. Precipitación (mm) para cada año hidrológico y en las diferentes fincas (arriba a la derecha) y lluvia estacional durante el período de estudio (Au = Otoño, Wi = Invierno, Sp = Primavera, Su = Verano).

Un total de 404 eventos de lluvia estuvieron disponibles para el período de estudio completo, distribuidos en las granjas de la siguiente manera: Cuartos 126, Parapuños 147 y Naranjero 131. Las propiedades del evento de lluvia se muestran en la Tabla 6, mientras que algunas de estas se muestran en la Fig. 5. El 80% de los días de lluvia produjo el 40% de la precipitación (Fig. 5A) y el porcentaje de días con eventos de lluvia inferiores a 10 mm fue cercano al 75% (Fig. 5B). El máximo evento de lluvia se registró en Cuartos con 73,3 mm, mientras que 53,6 y 50,0 mm fueron los registros máximos en Parapuños y Naranjero, respectivamente. La mitad de los eventos de lluvia registraron menos de 5 mm y solo el 25% recibió más de 10 mm en el caso de Naranjero y Parapuños, y más de 14,0 mm en el caso de Cuartos (Fig. 5C). La mayoría de los eventos registraron bajas intensidades, como por ejemplo las cantidades máximas en 60 minutos, que fueron en el 75% de los casos inferiores a 4,1 mm (Naranjero) hasta 5,6 mm (Cuartos) (Fig. 5D). La mitad de los eventos duró menos de 6 h, mientras que solo el 25% tuvo duraciones que excedieron de 9,5 h, en el caso de Naranjero, hasta 14 h, en Cuartos. El tiempo transcurrido desde el último evento de lluvia fue en el 50% de los casos mayor a un día (Tabla 6). Resumiendo, la mayoría de los eventos de lluvia fueron de corta duración, generalmente con cantidades bajas e intensidades bajas. Estas características son importantes porque determinarán la longitud de los espacios secos y los ciclos de rehumectación de las cubiertas vegetales.

Por lo tanto, la lluvia con alta intensidad y corta duración puede producir baja intercepción pero alta escorrentía, mientras que la lluvia continua con baja intensidad puede mostrar tanto una alta tasa de intercepción como de infiltración (Cerdá *et al.*, 1998; Crokford y Richardson, 2000).

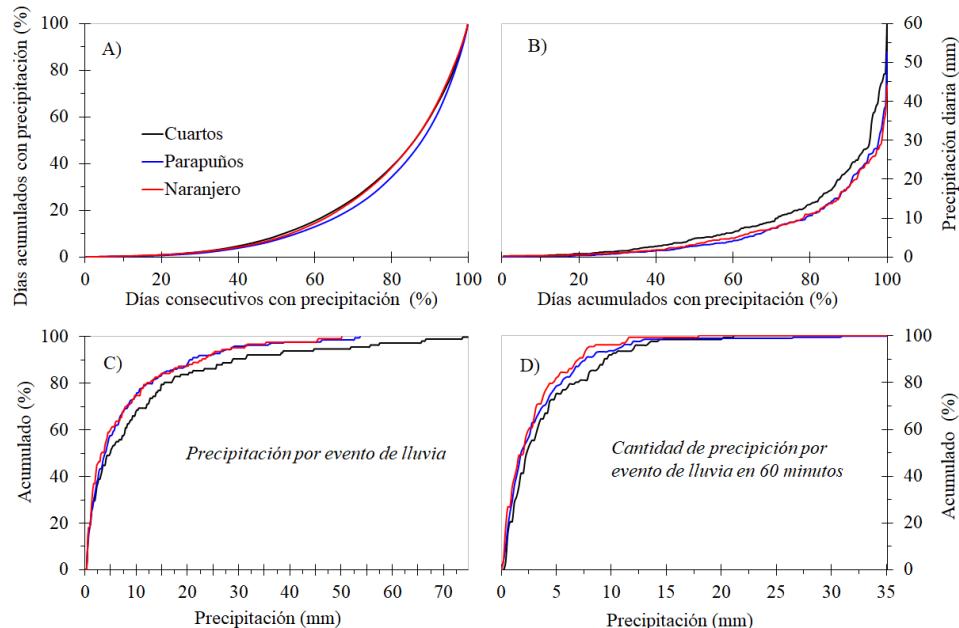


Fig. 5. Distribución de frecuencia relativa acumulada de las tres áreas de estudio durante el período de monitoreo: A) precipitación relativa acumulada en función de los días lluviosos, calculada por el método Martín-Vide (1989); B) precipitación diaria según días acumulados con precipitación; C) cantidades de eventos de lluvia, D) precipitación máxima de 60 min.

	25%			50%			75%		
	C	P	N	C	P	N	C	P	N
Duración	2.5	1.5	2.0	6.0	5.0	4.8	14.0	10.5	9.5
Precipitación	1.3	1.3	1.3	5.1	4.1	3.6	14.0	10.0	10.9
Max5	0.3	0.2	0.3	0.8	0.6	0.5	1.5	1.5	1.0
Max10	0.5	0.4	0.5	1.0	0.9	0.8	2.3	2.3	1.8
Max30	0.8	0.6	0.8	1.8	1.7	1.5	3.8	3.8	3.0
Max60	1.0	0.9	0.8	2.3	2.1	2.3	5.6	4.9	4.1
TLE	10.0	10.0	10.5	29.5	26.0	34.2	146.0	137.0	110.5
TPE	38.5	33.5	56.0	140.5	119.5	110.5	369.5	327.0	304.5
AP	213.1	128.8	170.2	378.0	284.9	283.3	668.6	540.6	493.8
AP/day	1.4	1.2	1.3	2.9	2.0	2.1	3.0	2.2	2.4
AP24h	0.0	0.0	0.0	0.3	0.2	0.3	5.3	4.1	4.3
AP48h	0.0	0.0	0.0	2.3	1.5	0.9	13.2	10.5	8.1
AP5	0.3	0.2	0.8	11.2	7.9	6.7	24.6	18.4	22.4
AP15	4.6	8.8	7.9	24.1	22.6	32.5	66.3	46.8	53.3
AP30	29.2	21.1	30.7	68.6	47.2	59.4	102.1	78.8	88.4
AP45	55.2	37.0	46.2	99.6	65.4	81.7	145.5	105.3	125.0

Tabla 6. Cuartiles de las propiedades del evento y condiciones antecedentes para cada área de estudio; Cuartos (C), Parapuños (P), Naranjero (N). Las abreviaturas y las unidades se explican en la Tabla 4.

4.2 Variaciones temporales de la humedad del suelo

Las variaciones de humedad del suelo a escala diaria mostraron una clara dependencia de factores tales como la precipitación y la demanda de evapotranspiración (Fig. 6). Esto generalmente resulta en cuatro períodos: (i) un período de humectación, caracterizado por un aumento de SM durante los meses de otoño, aunque siendo más o menos pronunciado debido a la variabilidad de la lluvia; (ii) un período húmedo, que generalmente coincide con los meses de invierno, durante los cuales el contenido de agua del suelo suele variar entre la capacidad de campo y la saturación; (iii) un período de secado, durante el cual la demanda de evapotranspiración desencadena una disminución de SM; y (iv) el período seco, caracterizado por una baja humedad del suelo, que alcanza su mínimo al final del verano debido a la falta de precipitación y a una alta demanda de evaporación.

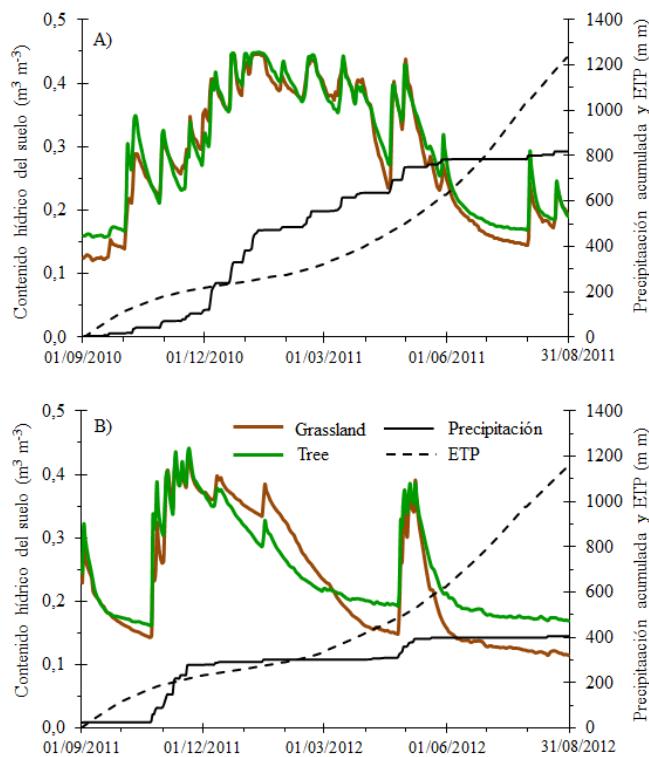


Fig. 6. Variaciones anuales de humedad del suelo a escala diaria en pastizales (CG1) y debajo de la cubierta arbórea (CT) en Cuartos, lluvia acumulada y PET para los años hidrológicos 2010-11, A); y 2011-12, B). Los valores de humedad del suelo representan la humedad promedio del perfil del suelo, mientras que el PET se estimó en intervalos de 10 días por el método de Turc (1961).

Se observaron diferencias notables en la dinámica de la humedad del suelo en diferentes años. Durante el año más húmedo 2010–11, el valor promedio anual de SM fue mayor para todas las áreas de estudio, y la dinámica de la humedad del suelo entre Árbol y Pastizal fue similar, registrando solo pequeñas divergencias (Fig. 6A). En Cuartos, las diferencias entre los valores medios de ambas cubiertas vegetales no fueron significativas ($p = 0,163$), así como tampoco entre PT2 y PG3 ($p = 0,762$). Sin embargo, se observaron diferencias significativas entre PT2 y PG4 ($p = 0,000$) y entre todos los SMS de Naranjero

($p = 0,000$). Durante el año seco 2011–12, el valor promedio anual de humedad del suelo fue menor que en el año húmedo, y las diferencias de SM entre las cubiertas fueron más pronunciadas, alcanzando diferencias máximas durante los períodos sin lluvia (Fig. 6B). Para este año, los valores medios de humedad del suelo entre las cubiertas de vegetación fueron significativamente diferentes en todos los casos. Aunque los períodos más húmedos tendieron a homogeneizar el SM, no se pudo detectar un patrón claro a favor o en detrimento del contenido de agua del suelo entre las cubiertas de vegetación, ya que se observaron varias situaciones en condiciones climáticas similares. Algunos autores han planteado la hipótesis de que el contenido de humedad del suelo puede variar dependiendo de las cubiertas de vegetación. Moreno (2008) sugiere que la hipótesis de un estado mejorado del agua del suelo debajo de los árboles no podría mantenerse en las dehesas más secas (precipitación anual de alrededor de 500 mm o menos), porque la interceptación y la transpiración pueden superar el efecto positivo de los árboles en la capacidad de retención de agua, lo que resulta en una disminución de la humedad del suelo, con un aumento de la aridez. Además, Gea-Izquierdo *et al.* (2009) afirman que las diferencias en el contenido de SM entre las cubiertas de vegetación pueden reducirse durante algunos períodos del año y, por lo tanto, no existe un comportamiento general asociado con la vegetación.

4.3 Factores que regulan los incrementos de la humedad del suelo

Para determinar los factores que influyen en el aumento de la humedad del suelo en la escala de eventos de lluvia, se realizó un análisis de correlación no-paramétrico entre las variaciones positivas de SM en las capas de suelo más superficiales y más profundas, y las variables relacionadas con los eventos de lluvia y las condiciones antecedentes. Los resultados, presentados en la Tabla 7, muestran que todas las variables explican significativamente los aumentos de SM a 5 cm de profundidad, presentándose la correlación estadística más fuerte entre las propiedades de la lluvia y la humedad inicial del suelo. A mayor profundidad, solo las variables asociadas con la lluvia mostraron coeficientes de correlación significativos y altos, mientras que las variables relacionadas con las condiciones antecedentes no ofrecieron correlación estadística. Los valores bajos obtenidos para las variables que se esperaba desempeñaran un papel más importante, como el PET o la precipitación antecedente, pueden explicarse por tener una influencia más fuerte en otra escala de tiempo (Crokford y Richardson, 2000), es decir, no influyen directamente en las variaciones de humedad durante los eventos de lluvia.

	5 cm	En profundidad
Duran	0.33*	0.40*
Rainfall	0.67*	0.60*
Max5	0.50*	0.42*

Max60	0.59*	0.51*
TLE	0.18*	-0.08
TPE	0.22*	-0.03
AP48h	-0.20*	0.04
AP5	-0.25*	0.04
AP15	-0.18*	0.05
AP30	-0.23*	-0.01
PET10	0.23*	0.01
PET30	0.26*	0.00
θ_{init} en 5 cm	-0.41*	-0.02
θ_{init} en profundidad	-0.20*	-0.02

Tabla 7: Coeficientes de correlación de rango de Spearman entre las propiedades del evento de lluvia, las condiciones antecedentes y la humedad del suelo aumenta a 5 cm y a mayor profundidad. * p <0,001; n = 596.

Sin embargo, la forma en que estos factores influyen en los aumentos de SM puede variar temporalmente, dependiendo de las condiciones de humedad del suelo. Por lo tanto, se realizó un análisis estadístico para establecer las condiciones previas de los diferentes estados de SM. Los resultados se presentan en la Tabla 8, que muestra la mediana y la desviación estándar de las variables que definen las condiciones antecedentes. La combinación de variables en un momento dado da como resultado diferentes estados. Por ejemplo, una situación de Medio Seco (MS) ocurre cuando, por un lado, el valor medio para la evapotranspiración potencial durante los últimos 30 días (PET30) es de aproximadamente 95 mm, mientras que su desviación estándar oscila entre $\pm 32,6$ mm, y, por otro lado, el valor medio de la precipitación antecedente en los últimos 30 días (AP30) es de aproximadamente 43 mm y su desviación estándar oscila entre ± 23 mm. Para que ocurrieran los casos Húmedos, fue necesaria una cantidad de lluvia de al menos dos veces el PET durante los 30 días anteriores al evento. En contraste, durante el estado Seco, el PET fue aproximadamente diez veces mayor que la lluvia antecedente en los 30 días previos al evento. Asimismo, la ocurrencia de un estado particular fue independiente de la temporada. Por ejemplo, durante el invierno y la primavera de 2011–2012, se produjo un período seco de 99 días en Parapuños, con solo 7,1 mm de lluvia y un PET de más de 208 mm. Esta situación podría explicar parcialmente el menor contenido de agua del suelo registrado este año, cercano (o igual) a un estado Seco (Fig. 6B). Se observaron situaciones similares en las otras áreas de estudio durante el mismo período, donde los contenidos de humedad del suelo estaban fueron Seco en Naranjero y cercano a Seco en Cuartos.

	Dry	MD	MW	Wet
TLE (h)	186.7 \pm 529.6	48.2 \pm 162.3	33.4 \pm 141.7	14.8 \pm 73.1
TPE (h)	434.7 \pm 624.7	186.6 \pm 251.1	100.8 \pm 206.2	53.1 \pm 123.2
AP24h (mm)	0.0 \pm 1.2	0.1 \pm 4.5	0.3 \pm 7.6	2.7 \pm 8.8
AP48h (mm)	0.0 \pm 1.5	0.6 \pm 6.5	1.8 \pm 11.8	7.7 \pm 15.8

AP5 (mm)	0.1 ± 1.9	5.1 ± 9.7	11.2 ± 16.1	19.6 ± 24.0
AP15 (mm)	3.8 ± 5.7	24.1 ± 13.1	33.6 ± 30.1	53.6 ± 37.1
AP30 (mm)	10.2 ± 18.6	42.9 ± 23.0	64.8 ± 39.1	84.6 ± 53.8
PET10 (mm)	33.5 ± 12.0	30.5 ± 13.4	20.5 ± 11.5	15.5 ± 9.4
PET30 (mm)	111.6 ± 35.8	94.7 ± 32.6	68.4 ± 31.3	44.8 ± 25.9

Tabla 8: Mediana ± desviación estándar de las variables que caracterizan las condiciones antecedentes de los estados de humedad del suelo calculados para el conjunto de datos completo. MD y MW = estados secos y húmedos medios, respectivamente.

Debido a que los factores individuales que controlan los aumentos de SM interactúan entre ellos y varían con el tiempo, se realizó un análisis no-lineal de regresión de mínimos cuadrados para considerar su influencia combinada en los aumentos de SM a 5 cm de profundidad en ambas cubiertas de vegetación y en dos estados contrastados (Seco y Húmedo). El análisis estadístico demostró que entre el 42% y el 72% de la varianza de los aumentos en SM en la escala de eventos de lluvia puede explicarse solo por tres variables (Tabla 9). Como se esperaba, la cantidad de lluvia y las condiciones iniciales de humedad del suelo fueron las variables más importantes para los estados Seco y Húmedo. Sin embargo, el rol de la precipitación fue más pronunciado en el estado Seco, tanto en Pastizal como en Árbol, explicando el 58% y 72% de la varianza, respectivamente. Durante el estado Seco, la tercera variable explicativa fue la intensidad de la lluvia, representada por Max60 en Árbol y por Max5 en Pastizal (Tabla 9). Esto podría enfatizar la necesidad de grandes cantidades de lluvia en poco tiempo para superar las cubiertas secas y producir una respuesta hidrológica del suelo. En condiciones húmedas, las tercera variables fueron PET30 y TLE, que contribuyeron a explicar el 59% y 42% de la varianza en Árbol y Pastizal, respectivamente. En este estado, la precipitación antecedente es alta y la evapotranspiración potencial es baja, como se destaca en la Tabla 8. Estos factores pueden influir controlando el tiempo de secado de las cubiertas e, indirectamente, determinando el espacio disponible de poros que permite la variabilidad del agua del suelo a escala de tormenta (Famiglietti et al., 1998; Lin et al., 2006).

Variables dependientes	Modelos	r ²	Coeficiente	p-level
Tree – Dry (n = 18)	$\Delta 5 = a * \text{Rainfall}^b * \theta_{\text{init}}^c * \text{Max 60}^d$	0.72	a	0.007
			b	0.954
			c	0.204
			d	0.246
Tree – Wet (n = 89)	$\Delta 5 = a * \text{Rainfall}^b * \theta_{\text{init}}^c * \text{PET 30}^d$	0.59	a	0.000
			b	0.667
			c	-2.491
			d	0.383

Grassland–Dry (n = 59)	$\Delta 5 = a * \text{Rainfall}^b * \theta_{\text{init}}^c * \text{Max 5}^d$	0.58	a b c d	0.017 0.443 -0.309 0.221	0.024 0.000 0.006 0.007
Grassland–Wet (n = 128)	$\Delta 5 = a * \text{Rainfall}^b * \theta_{\text{init}}^c * \text{TLE}^d$	0.42	a b c d	0.000 0.325 -3.127 0.107	0.127 0.000 0.000 0.008

Tabla 9: Resultados de la regresión no lineal de mínimos cuadrados en las variaciones de humedad del suelo a 5 cm en diferentes cubiertas de vegetación y estados de humedad del suelo. n = tamaño de muestra.

4.4 El rol de la cubierta vegetal en los incrementos de la humedad del suelo a escala de eventos de lluvia

4.4.1 Dinámica de humectación espacial y temporal de la capa superior del suelo

Se analizaron un total de 989 eventos, de los cuales solo el 60,3% produjo incrementos de agua del suelo en la capa superior del mismo. Considerando las SMS individualmente, el porcentaje de eventos con una respuesta hidrológica positiva del suelo fue siempre mayor que aquellos sin respuesta (Fig. 7), excepto para PT2 donde solo el 43% de los eventos registraron cambios en SM. Por cobertura vegetal, los sensores ubicados debajo de la copa de los árboles siempre registraron un porcentaje menor de aumentos que los situados en los espacios abiertos de su área de estudio correspondiente. Esto apunta al rol de la interceptación de lluvia y respalda los resultados obtenidos por otros estudios, que afirman que las áreas debajo de las copas de los árboles reciben menos agua que los espacios abiertos (David *et al.*, 2006; Mateos-Rodríguez y Schnabel, 2002).

Con el fin de facilitar la interpretación de los resultados, todos los eventos con una respuesta hidrológica positiva del suelo se reunieron en dos grupos de acuerdo con las condiciones anteriores: situaciones húmedas (MH y Húmeda) y más secas (MS y Seco). Así, el 73,1% de los eventos ocurrieron en zonas húmedas, mientras que solo el 26,9% del aumento de la humedad del suelo tuvo lugar en condiciones más secas. Dentro del primer grupo, el 65,8% ocurrió en Pastizal y el 34,2% en Árbol, mientras que para el segundo 76,9% fue en Pastizal y el 23,1% en Árbol. Esto indica que el efecto de la cubierta vegetal se describió más claramente en condiciones más secas que en condiciones húmedas (Fig. 7). Por otro lado, se observaron variaciones a mayor profundidad en el 32,4% de los 989 eventos, de los cuales 25,5% ocurrieron en condiciones más secas. En condiciones húmedas, fue difícil determinar si se produjo un aumento por una tormenta de lluvia o también por eventos anteriores, porque con frecuencia los eventos no podían separarse de los anteriores, estando conectados hidrológicamente.

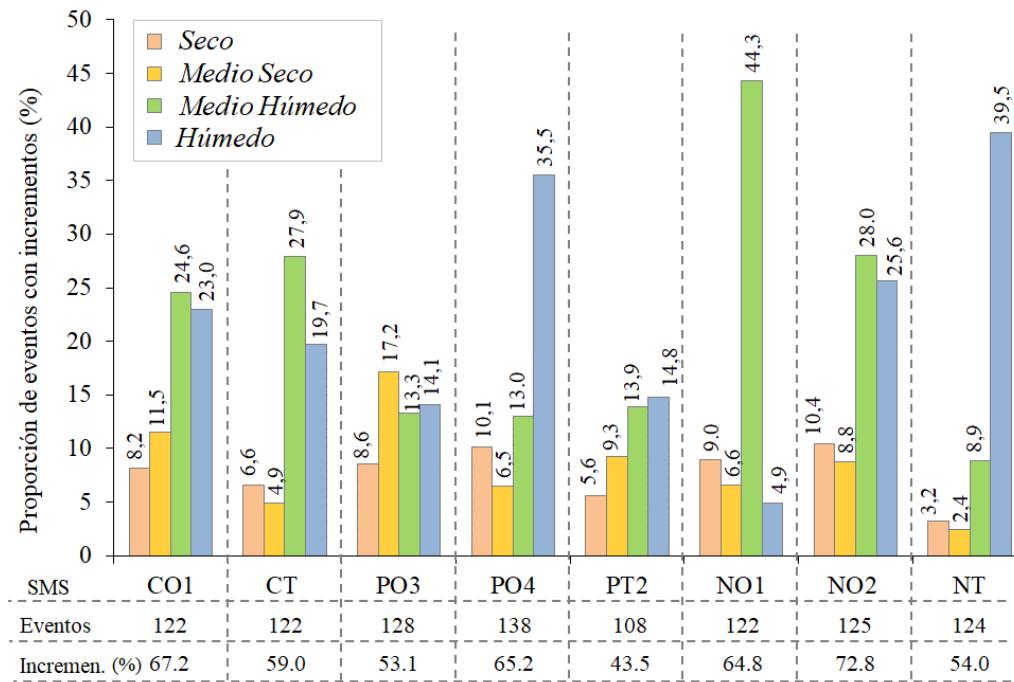


Fig. 7. Proporción de eventos que producen humedad del suelo aumenta a 5 cm para cada estación de humedad del suelo (SMS) y bajo diferentes estados iniciales de humedad del suelo. La tabla presenta el número total de eventos y los porcentajes correspondientes que produjeron aumentos. MD y MW = estados secos y medio húmedos, respectivamente.

4.4.2 *Umbrales de lluvia para la respuesta hídrica del suelo*

La Fig. 8 muestra los incrementos de SM en la capa superior del suelo en función de la precipitación y los estados antecedentes de humedad del suelo, tanto para Pastizal (A) como para Árbol (B). Durante las condiciones iniciales correspondientes a Seco y MS, solo los eventos de lluvia superiores a 6 mm desencadenaron aumentos de SM debajo de la copa de los árboles, mientras que en pastizales solo fue necesaria una cantidad de 2 mm (Fig. 8A y B). Del mismo modo, el aumento promedio de SM bajo las condiciones Seco y MS fue ligeramente mayor en Pastizal ($0,100 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$) que en Árbol ($0,088 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$). Es importante tener en cuenta que, debido a que más de la mitad de todos los eventos de lluvia registraron menos de 5 mm de lluvia, una gran cantidad de eventos nunca causaron aumentos del agua del suelo debajo de la cubierta arbórea en los estados iniciales de Seco y MS.

Durante las condiciones Húmeda y MH, las tormentas muy pequeñas ($<3 \text{ mm}$) eran propensas a provocar aumentos de agua en el suelo en ambas cubiertas vegetales (Fig. 8). Sin embargo, los incrementos promedio de SM siempre fueron inferiores a $0,2 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$, mientras que las condiciones más secas pueden registrar mayores variaciones. Las diferencias en los aumentos de SM entre las cubiertas fueron muy bajas o ausentes en los estados iniciales húmedos. Por lo tanto, los aumentos medios de SM mostraron solo pequeñas diferencias entre los pastizales ($0,039 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$) y la cubierta arbórea ($0,037 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$). Los suelos saturados, como se esperaba, no mostraron respuestas hidrológicas

positivas. A mayores profundidades, y en condiciones secas, fue necesaria una lluvia de más de 11 mm para producir cambios. En condiciones húmedas no fue posible caracterizar la respuesta de SM debido a la dificultad de separar los eventos hidrológicos.

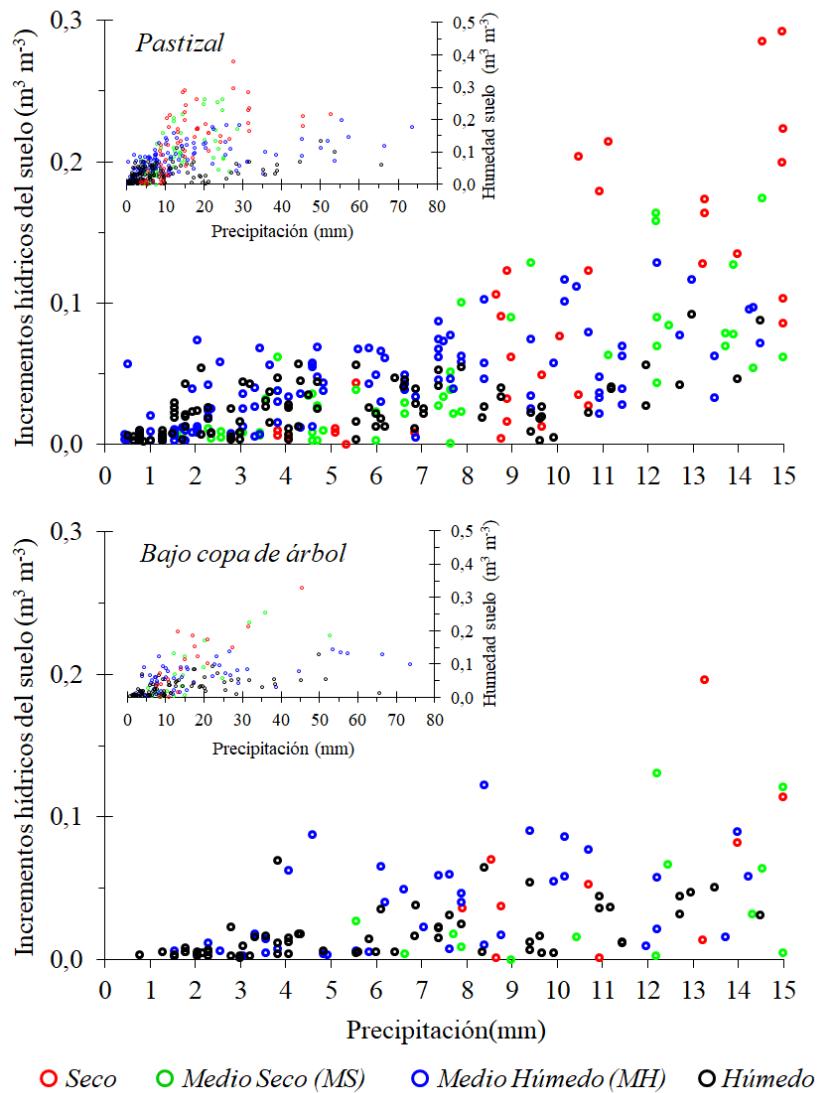


Fig. 8. Diagrama de dispersión entre la precipitación y la humedad del suelo aumenta a 5 cm de profundidad y bajo diferentes estados iniciales de humedad del suelo, en pastizales A) y debajo de la cubierta arbórea B). Las parcelas más pequeñas en la parte superior izquierda representan todos los eventos de lluvia, mientras que las parcelas más grandes se limitan a eventos de lluvia <15 mm.

Este estudio demuestra que la cantidad de lluvia que llega al suelo puede ser modificada temporalmente por las cubiertas, de acuerdo con las condiciones del evento antecedente. En la capa superior del suelo, el porcentaje de eventos de lluvia con respuestas hidrológicas positivas disminuyó en condiciones iniciales más secas, acentuándose más por debajo de las copas de los árboles. Esto resalta el rol de la interceptación del dosel bajo tales condiciones. Muchos autores han informado de casos en los que la pérdida de interceptación bruta por las copas de los árboles aumenta con el aumento de la lluvia, mientras que la pérdida de interceptación relativa por los árboles disminuye a medida que aumenta la cantidad de lluvia (ver artículos de revisión de Crokford y Richardson (2000) o

Llorens y Domingo (2007)). Sin embargo, los patrones temporales en tales afirmaciones se observaron en este estudio. En estados húmedos, incluso los eventos de lluvia más pequeños (<3 mm) pueden producir una respuesta hidrológica del suelo, tanto en Árbol como en Pastizal (Fig. 8), lo que significa que no se interceptan por completo. Resultados similares fueron observados por Cantón *et al.* (2004) en un estudio desarrollado en el sureste semiárido de España, que informa que los eventos de lluvia de menos de 3 mm pueden o no tener un impacto en los procesos de humectación, dependiendo de los antecedentes de humedad del suelo. Esto puede explicarse porque en condiciones húmedas la evaporación de las superficies es menor debido a la disponibilidad limitada de energía. Además, los patrones de precipitación generalmente presentan eventos de lluvia más sucesivos que permiten una humectación más rápida de las cubiertas, lo que da lugar a que las copas alcancen un mayor grado de saturación y goteen durante más tiempo (Crokford y Richardson, 2000; Perrier y Tuzet, 2008). En situaciones más secas, los eventos de lluvia suelen ser discontinuos y la demanda de evaporación durante los intervalos secos es más fuerte. Además, la repelencia al agua del suelo se vuelve más importante, disminuyendo gradualmente a medida que el suelo se humedece (Doerr y Thomas, 2000; Schnabel *et al.*, 2013b). En consecuencia, en tales estados se necesitan mayores cantidades o intensidades para que el agua de lluvia llegue al suelo. Por lo tanto, la frecuencia de los ciclos de rehumectación o, de la misma manera, las condiciones antecedentes parecen ser más importantes que la duración o la precipitación (David *et al.*, 2006; Ward y Robinson, 2000). Como resultado, el papel de la vegetación en la cantidad de agua de lluvia que llega al suelo podría ser más decisivo en condiciones más secas.

4.4.3 *Efectos de la cubierta vegetal sobre la respuesta hidrológica del suelo*

Para comparar las respuestas hidrológicas de la capa superior del suelo entre Pastizal y Árbol, se seleccionaron varios eventos de lluvia para los diferentes estados de humedad del suelo y cada área de estudio (Fig. 9). Bajo los estados Seco y MS, se necesitaron altas cantidades de lluvia o intensidades para producir un aumento de SM en ambas cubiertas de vegetación. Sin embargo, debajo de los árboles se observaron mayores retrasos en la humectación del suelo y menores incrementos de SM en comparación con los espacios abiertos. Esto puede deberse al efecto combinado de factores como la repelencia al agua por parte del suelo o la interceptación por las cubiertas, cuya influencia puede variar con el tiempo (Doerr y Thomas, 2000; Gerrits *et al.*, 2013). En condiciones iniciales de Húmedo y MH, mayores cantidades de lluvia fueron propensas a provocar aumentos de agua del suelo en ambos tipos de vegetación, porque las cubiertas estaban previamente mojadas, lo que da lugar a la saturación de su capacidad de almacenamiento y produce un goteo más rápido del agua de lluvia. La mayoría de las veces, los procesos de humectación fueron más lentos debajo de los árboles debido al efecto de amortiguación de su dosel

(Fig. 9). Por otro lado, nuestras observaciones cuestionan el intervalo de tiempo de uso frecuente de 6 h (o menos) para separar los eventos de lluvia. Esto se basa en el tiempo de secado de la copa de los árboles, ya que la corona y el tronco probablemente no siempre se secan por completo entre los eventos, lo que concuerda con las observaciones realizadas por Llorens *et al.* (2014).

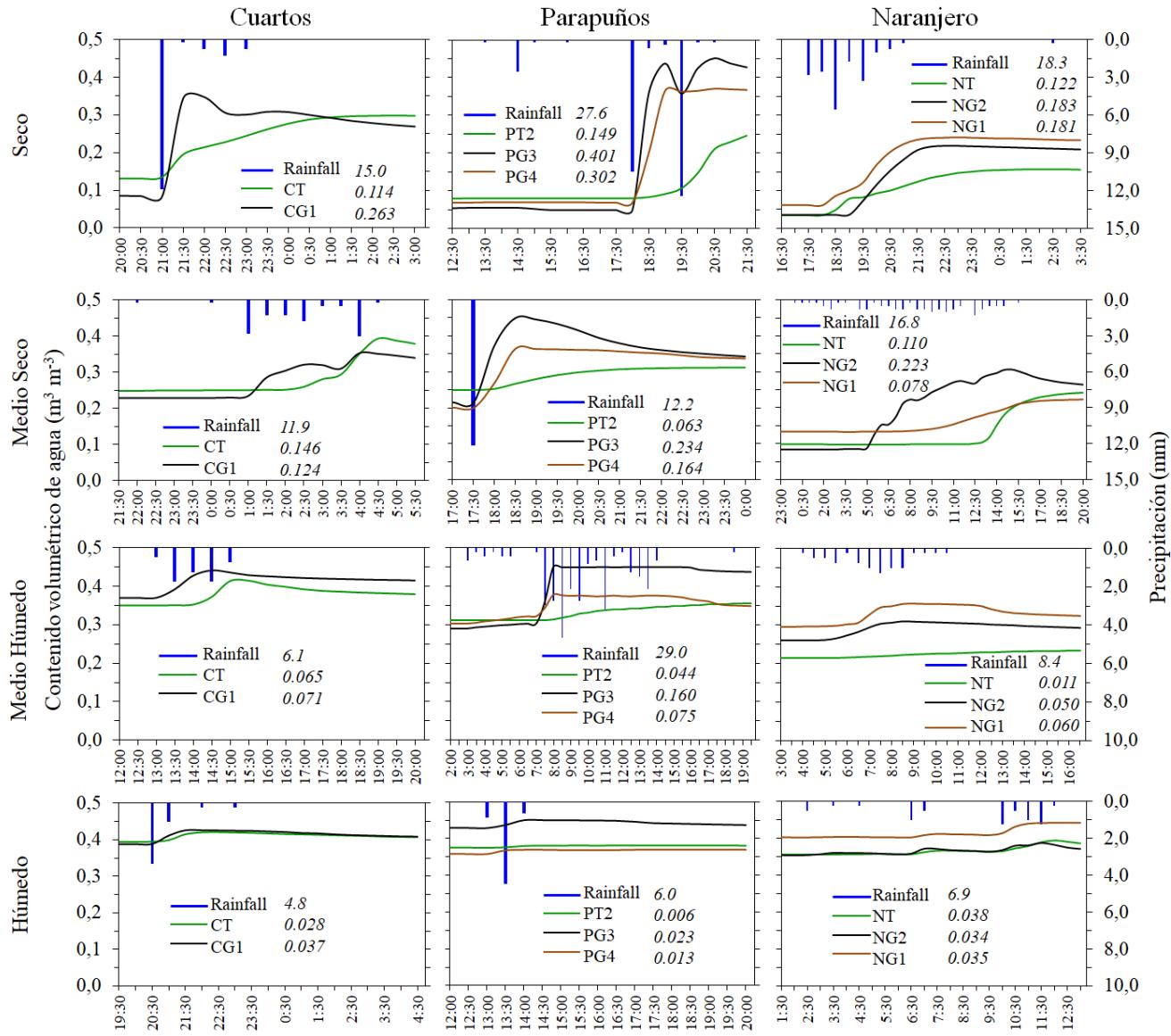


Fig. 9. Respuesta hidrológica del suelo a eventos de lluvia en la capa superior del suelo y bajo diferentes cubiertas de vegetación, considerando diferentes estados iniciales de humedad del suelo.

Los acrónimos dentro del gráfico hacen referencia a las estaciones de humedad del suelo y los números a la variación de humedad del suelo.

Para probar las diferentes respuestas descritas anteriormente, se realizó una prueba no-paramétrica entre las variaciones de SM en Pastizal y Árbol, para diferentes profundidades y para cada área de estudio (Tabla 10). Los resultados mostraron diferencias significativas entre los dos tipos de cobertura para las variaciones de humedad de la capa superior del suelo en cada área de estudio, pero no se observaron diferencias significativas a mayor profundidad del suelo.

	n	C Grassland		P Grassland		N Grassland	
		5 cm	30 cm	5 cm	30 cm	5 cm	30 cm
C-Tree	244	5 cm	*				
	244	30 cm		ns			
P-Tree	279	5 cm		*			
	294	30 cm			ns		
N-Tree	366	5 cm				**	
	366	30 cm				ns	

Tabla 10. Prueba U de Mann-Whitney calculada con variaciones de humedad del suelo a diferentes profundidades, 5 y 30 cm, bajo diferentes cubiertas de vegetación. C = Cuartos; P = parapuños; N = Naranjero

Es importante contemplar los resultados obtenidos en este estudio dentro del marco global del cambio climático, que predice cambios en los patrones de precipitación. Esto puede permitir una mejor comprensión de la variabilidad espacio-temporal de los recursos hídricos, permitiendo a su vez una mejor gestión de los ecosistemas, así como mejorar el diseño de modelos para predicciones hidrológicas. Los análisis recientes de la tendencia temporal de la lluvia han puesto de manifiesto una disminución significativa de la precipitación anual y de los días de lluvia, un aumento de la variabilidad anual y estacional, y una mayor frecuencia e intensidad de los períodos secos, junto con un aumento de la temperatura del aire (Ceballos-Barbancho *et al.*, 2004; Giorgi y Lionello, 2008; González-Hidalgo *et al.*, 2001; IPCC, 2013; Philandras *et al.*, 2011; Piervitali y Colacino, 2003). Estos factores pueden aumentar la intensidad y la duración de las sequías, exacerbando los déficits de agua del suelo, así como realzando la demanda de evaporación e incrementando la capacidad de almacenamiento de agua por coberturas. De manera similar, la frecuencia e intensidad de los eventos de precipitación intensa, como las precipitaciones diarias extremas, ha aumentado en Europa (Alpert *et al.*, 2002; IPCC, 2013), lo que puede conducir a un aumento de la escorrentía y la erosión del suelo, y a una disminución de la humedad del mismo (Cerdá *et al.*, 1998). Estas circunstancias podrían influir en la cantidad de agua que llega al suelo, con el consiguiente impacto en los ecosistemas muy sensibles al agua.

5 | CONCLUSIONES

El rol de las cubiertas vegetales en el aumento de la humedad del suelo a alta resolución temporal se determinó en tres áreas de estudio durante 2,5 años hidrológicos. La cantidad de agua de lluvia que pasa por las cubiertas de vegetación y llega al suelo fue modificada por las condiciones ambientales anteriores (de seco a húmedo) y por las propiedades de precipitación. Sin embargo, en condiciones iniciales más secas, las intensidades de lluvia desempeñaron un papel clave, mientras que en estados más

húmedos las variables influyentes se asociaron con la disponibilidad de espacio de los poros.

Los eventos de lluvia interceptados por coberturas aumentaron cuando los estados iniciales se volvieron más secos, acentuándose más por debajo de las copas de los árboles. Por lo tanto, la frecuencia de los ciclos de rehumectación o los estados antecedentes parecen ser tan importantes o más que la duración o la cantidad de precipitación. Por lo tanto, el papel de la vegetación fue más decisivo en condiciones ambientales más secas.

En general, los incrementos de la humedad del suelo bajo las copas de los árboles fueron más lentos y más pequeños que en los pastizales. La interceptación de las lluvias por parte de los árboles provocó una mayor reducción, así como un retraso en la llegada del agua de lluvia a la superficie del suelo, en comparación con los pastizales. El umbral de lluvia para producir una respuesta hidrológica positiva del suelo bajo la cubierta arbórea, y en condiciones ambientales más secas, fue de 6 mm, mientras que en los pastizales fue de solo 2 mm. Esto es importante porque las condiciones iniciales fueron independientes de la estacionalidad, y porque más de la mitad de todos los eventos de lluvia registraron cantidades menores a 5 mm. Por lo tanto, un cambio climático en las regiones semiáridas, según lo predicho por el IPCC (2013), podría afectar el régimen de precipitación y temperatura, realzando los períodos de sequía y la demanda de evaporación, causando un aumento de la capacidad de interceptación de la vegetación y, en consecuencia, afectando los procesos ecológicos.

REFERENCIAS

- Alpert, P. et al., 2002. The paradoxical increase of Mediterranean extreme daily rainfall in spite of decrease in total values. *Geophysical Research Letters*, 29(X): 1-4.
- Cantón, Y., Solé-Benet, A., Domingo, F., 2004. Temporal and spatial patterns of soil moisture in semiarid badlands of SE Spain. *Journal of Hydrology*, 285(1-4): 199–214.
- Ceballos-Barbancho, A., Martínez Fernández, J., Luengo-Ugidos, M.A., 2004. Analysis of rainfall trends and dry periods on a pluviometric gradient representative of Mediterranean climate in the Duero Basin, Spain. *Journal of Arid Environments*, 58: 215-233.
- Cerdá, A., Schnabel, S., Ceballos, A., Gómez-Amelia, D., 1998. Soil hydrological response under simulated rainfall in the dehesa land system (Extremadura, SW Spain) under drought conditions. *Earth Surface Processes and Landforms*, 23: 195-209.
- Cobos, D.R., Chambers, C., 2010. Calibrating ECH2O Soil Moisture Sensors. Decagon Device. Application Note. www.decagon.com.
- Corbett, E.S., Crouse, R.P., 1968. Rainfall interception by annual grass and chaparral . . . losses compared. Berkeley, California, Pacific SW. Forest & Range Exp. U.S.D.A. Forest Service Research Paper, 48: 12.
- Crokford, R.H., Richardson, D.P., 2000. Partitioning of rainfall into throughfall, stemflow and interception: effect of forest type, ground cover and climate. *Hydrological Processes*, 14(16-17): 2903-2920.

Cubera, E., Moreno, G., 2007a. Effect of land use on soil water dynamic in dehesas of Central-Western Spain. *Catena*, 71: 298-308.

Cubera, E., Moreno, G., 2007b. Effect of single *Quercus ilex* trees upon spatial and seasonal changes in soil water content in dehesas of central western Spain. *Annals of Forest Science*, 64: 355-364.

D'Odorico, P., Porporato, A., 2006. Soil moisture dynamics in water-limited ecosystems. In: D'Odorico, P., Porporato, A. (Eds.), *Dryland Ecohydrology*. Springer, Dordrecht (Netherlands), pp. 31-46.

Damesin, C., Rambal, S., Joffre, R., 1998. Co-occurrence of trees with different leaf habit: a functional approach on Mediterranean oaks. *Acta Oecologica*, 19(3): 195-204.

David, T.S. et al., 2006. Rainfall interception by an isolated evergreen oak tree in a Mediterranean savannah. *Hydrological Processes*, 20(13): 2713-2726.

Doerr, S.H., Thomas, A.D., 2000. The role of soil moisture in controlling water repellency: new evidence from forest soils in Portugal. *Journal of Hydrology*, 231-232: 134-147.

Dunkerley, D., 2008. Identifying individual rain events from pluviograph records: a review with analysis of data from an Australian dryland site. *Hydrological Processes*, 22: 5024-5036.

Famiglietti, J.S., Rudnicki, J.W., Rodell, M., 1998. Variability in surface moisture content along a hillslope transect: Rattlesnake Hill, Texas. *Journal of Hydrology*, 210: 259-281.

FAO, 2006. World reference base for soil resources. *World Soil Resources Re-ports No. 103*. FAO, Roma, 109 pp.

Fathizadeh, O. et al., 2014. Spatial heterogeneity and temporal stability of throughfall under individual *Quercus brantii* trees. *Hydrological Processes*, 28(3): 1124-1136.

Fathizadeh, O., Attarod, P., Pypker, T.G., Darvishsefat, A.A., Amiri, G.Z., 2013. Seasonal variability of rainfall interception and canopy storage capacity measured under individual oak (*Quercus brantii*) trees in Western Iran. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 15(1): 175-188.

García-Estringana, P., Latron, J., Llorens, P., Gallart, F., 2013. Spatial and temporal dynamics of soil moisture in a Mediterranean mountain area (Vallcebre, NE Spain). *Ecohydrology*, 6(5): 741-753.

Gea-Izquierdo, G., Montero, G., Cañellas, I., 2009. Changes in limiting resources determine spatio-temporal variability in tree–grass interactions. *Agroforestry Systems*, 76: 375-387.

Gerrits, A.M.J., Hopp, L., Savenije, H.H.G., Pfister, L., 2013. The effect of spatial throughfall patterns on soil moisture patterns at the hillslope scale. *Hydrology and Earth System Sciences*, 17: 1749-1763.

Gerrits, A.M.J., Savenije, H.H.G., Hoffmann, L., Pfister, L., 2007. New technique to measure forest floor interception – an application in a beech forest in Luxembourg. *Hydrology and Earth System Sciences*, 11: 695-701.

Giorgi, F., Lionello, P., 2008. Climate change projections for the Mediterranean region. *Global and Planetary Change*, 63: 90-104.

Gómez-Plaza, A., Martínez-Mena, M., Albadalejo, J., Castillo, V.M., 2001. Factors regulating spatial distribution of soil water content in small semiarid catchments. *Journal of Hydrology*, 253: 211-226.

González-Hidalgo, J.C., De Luis, M., Raventós, J., Sánchez, J.R., 2001. Spatial distribution of seasonal rainfall trends in a western mediterranean area. *International Journal of Climatology*, 21: 843-860.

Incerti, G. et al., 2011. Litter decomposition in Mediterranean ecosystems: Modelling the controlling role of climatic conditions and litter quality. *Applied Soil Ecology*, 49: 148-157.

IPCC, 2013. Climate Change 2013. Summary for Policymakers. In: Stocker, T.F. et al. (Eds.), *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 33 p.

Joffre, R., Rambal, S., 1988. Soil water improvement by trees in the rangelands of southern Spain. *Oecologia Plantarum*, 9(4): 405-422.

Joffre, R., Rambal, S., 1993. How tree cover influences the water balance of mediterranean rangelands. *Ecology*, 74(2): 570-582.

Liang, W.-L., Kosugi, K.i., Mizuyama, T., 2011. Soil water dynamics around a tree on a hillslope with or without rainwater supplied by stemflow. *Water Resources Research*, 47: W02541.

Lin, H. et al., 2006. Hydropedology: Synergistic integration of pedology and hydrology. *Water Resources Research*, 42(5): W05301.

Lin, H., Zhou, X., 2008. Evidence of subsurface preferential flow using soil hydrologic monitoring in the Shale catchment. *European Journal of Soil Science*, 59: 34-49.

Llorens, P., Domingo, F., 2007. Rainfall partitioning by vegetation under Mediterranean conditions. A review of studies in Europe. *Journal of Hydrology*, 335: 37-54.

Llorens, P., Domingo, F., García-Estringana, P., Muzylo, A., Gallart, F., 2014. Canopy wetness patterns in a Mediterranean deciduous stand. *Journal of Hydrology*, 512(6): 254–262.

Martín Vide, J., 1989. Precipitaciones torrenciales en España. *Norba Revista de Geografía*, 6-7: 63-79.

Mateos, B., Schnabel, S., 2002. Rainfall interception by holm oaks in Mediterranean open woodland. In: García-Ruiz, J.M., Jones, J.A.A., Arnaez, J. (Eds.), *Environmental change and water sustainability*. CSIC and University of La Rioja, La Rioja. Spain, pp. 31-42.

Moreno, G., 2008. Response of understorey forage to multiple tree effects in Iberian dehesas. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 123: 239-244.

Moreno, G., Obrador, J.J., Cubera, E., Dupraz, C., 2005. Fine root distribution in Dehesas of Central-Western Spain. *Plant and Soil*, 277: 153-162.

Moreno, G., Pulido, F.J., 2009. The Functioning, Management and Persistence of Dehesas. In: Rigueiro-Rodríguez, A., McAdam, J., Mosquera-Losada, M.R. (Eds.), *Agroforestry in Europe: current status and future prospects*. Springer, Florida, USA, pp. 127-160.

Pereira, F.L. et al., 2009. Modelling interception loss from evergreen oak Mediterranean savannas: Application of a tree-based modelling approach. *Agricultural and Forest Meteorology*, 149: 680-688.

Perrier, A., Tuzet, A., 2008. Evaporation. In: Trimble, S.W. (Ed.), *Encyclopedia of Water Science*. 2nd ed. Taylor & Francis Group, New York, pp. 307-310.

Philandras, C.M. et al., 2011. Long term precipitation trends and variability within the Mediterranean region. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 11: 3235–3250.

Piervitali, E., Colacino, M., 2003. Precipitation scenarios in the Central-Western Mediterranean Basin. In: Hans-Jürgen, B. (Ed.), Mediterranean Climate: variability and trends. Springer Berlin Heidelberg, Germany, pp. 245-258.

Pulido-Fernández, M., Schnabel, S., Lavado-Contador, J.F., Miralles-Mellado, I., Ortega-Pérez, R., 2013. Soil organic matter of Iberian open woodland rangelands as influenced by vegetation cover and land management. *Catena*, 109: 13-24.

Rodríguez-Iturbe, I., 2000. Ecohydrology: A hydrologic perspective of climate-soil-vegetation dynamics. *Water Resources Research*, 36(1): 3-9.

Schnabel, S., Dahlgren, R.A., Moreno, G., 2013a. Soil and water dynamics. In: Campos, P. et al. (Eds.), Mediterranean oak woodland working landscapes. Dehesas of Spain and ranchlands of California. Springer-Verlag, New York, pp. 91-121.

Schnabel, S., Pulido Fernández, M., Lavado-Contador, J.F., 2013b. Soil water repellency in rangelands of Extremadura (Spain) and its relationship with land management. *Catena*, 103: 53-61.

Staelens, J., Schrijver, A.D., Verheyen, K., Verhoest, N., 2006. Spatial variability and temporal stability of throughfall water under a dominant beech (*Fagus sylvatica* L.) tree in relationship to canopy cover. *Journal of Hydrology*, 330(3-4): 651-662.

Swarowsky, A., Dahlgren, R.A., Tate, K.W., Hopmans, J.W., O'Geen, A.T., 2011. Catchment-scale soil water dynamics in a Mediterranean-type oak woodland. *Vadose Zone Journal*, 10: 800-815.

Turc, L., 1961. Estimation of irrigation water requirements, potential evapotranspiration: A simple climatic formula evolved up to date. *Ann. Agron.*, 12: 13-49.

UNEP, 1992. *World Atlas of Desertification*. United Nations Environmental Programme, Roma.

USDA, 2004. *Soil Survey Laboratory Methods Manual*, Soil Survey Investigations. USDA-NCRS, Lincoln, USA.

Walkley, A., Black, L.A., 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*, 37: 29-38.

Wang, S., Fu, B., Gao, G., Liu, Y., Zhou, J., 2013. Responses of soil moisture in different land cover types to rainfall events in a re vegetation catchment area of the Loess Plateau, China. *Catena*, 101: 122-128.

Ward, R.C., Robinson, M., 2000. *Principles of hydrology*. Mc Graw-Hill. 4 th Edition, London, 395 pp.

Zehe, E., Graeff, T., Morgner, M., Bauer, A., Bronstert, A., 2010. Plot and field scale soil moisture dynamics and subsurface wetness control on runoff generation in a headwater in the Ore Mountains. *Hydrology and Earth System Sciences*, 14: 873-889.

Zhang, Y. et al., 2010. The response of soil moisture content to rainfall events in semi-arid area of Inner Mongolia. *Procedia Environmental Sciences*, 2: 1970-1978.

DINÁMICA DEL CONTENIDO HÍDRICO DEL SUELO EN ECOSISTEMAS AGROFORESTALES MEDITERRÁNEOS

Data de aceite: 03/08/2020

Javier Lozano - Parra

Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Chile

RESUMEN: Los espacios ocupados por arbolado disperso tipo sabana constituyen un importante recurso en buena parte de la Península Ibérica, ya que soportan una gran variedad de economías, entre las que destaca especialmente la ganadera. Sin embargo, estas zonas generalmente están limitadas por las condiciones físico-ambientales, como los suelos someros y la alta variabilidad espaciotemporal de las lluvias, lo cual condiciona la disponibilidad de agua para la vegetación, que constituye el principal aporte natural para la actividad ganadera. Entender la dinámica del agua del suelo en función las lluvias y de las condiciones edáficas se torna, por tanto, fundamental para el mantenimiento de sus economías. El principal objetivo de este trabajo es el estudio de la dinámica hídrica del suelo bajo diferentes tipos de cubierta vegetal y con distintas propiedades edáficas. Para ello, se han utilizado sensores capacitivos que permiten registrar el contenido hídrico del suelo a diferentes profundidades y

con una frecuencia de 30 minutos, instalados junto a zonas matorralizadas (*Retama sphaerocarpa*). Los resultados muestran un comportamiento complejo en la hidrodinámica edáfica, poniendo de manifiesto la ocurrencia de situaciones contrastadas a lo largo del periodo otoñal estudiado. Del mismo modo, las mayores variaciones de humedad las registran los sensores situados en la parte superficial del suelo, mientras que a mayores profundidades el contenido de agua suele ser menos variable.

PALABRAS-CLAVE: Hidrología; ecohidrología; agua del suelo; sistemas agroforestales; clima mediterráneo.

1 I INTRODUCCIÓN

La dehesa es un sistema semi-natural creado por el hombre y localizado principalmente en el suroeste de la Península Ibérica. Se caracteriza por sus espacios abiertos dominados por especies dispersas del género *Quercus* y por tener diferentes usos, como el agrosilvopastoril, lo que origina una gran heterogeneidad de ambientes (Blanco Castro et al., 2005). Tienen una gran importancia por sus características socioeconómicas y ambientales y por la magnitud de la superficie que ocupan, por ello

a partir de la década de los noventa del siglo pasado aumentaron los estudios de los procesos hidrológicos en estos sistemas. Las investigaciones sobre el comportamiento hidrológico en dehesas quedan justificadas por el importante papel que desempeña el agua en su funcionamiento y manejo, así como en los procesos geomorfológicos, siendo el agua disponible en el suelo uno de los principales factores limitantes del sistema (Infante et al., 2003).

Los estudios sobre los procesos hidrológicos en áreas adehesadas han sido variados. De esta forma, encontramos trabajos que tratan sobre su diversidad a diferentes escalas (Ceballos Barbancho, 1999), la escorrentía superficial (Schnabel, 1997), la infiltración bajo diferentes usos de suelo y cubiertas vegetales (Cerdá et al., 1998) o estudios sobre procesos de erosión como el acaravamiento (Gómez Gutiérrez, 2009). Las metodologías utilizadas en estos estudios son diversas, encontrando tanto métodos de campo para la obtención de datos, por ejemplo experimentos de lluvia simulada (Gómez Amelia et al., 1998), como métodos para el análisis y tratamiento de datos, por ejemplo la utilización de redes neuronales (Lavado Contador et al., 2006) o modelización para simular los procesos hidrológicos (Maneta López, 2006).

El comportamiento de la humedad del suelo ha sido estudiado por varios autores, relacionando su variabilidad con factores como el espacio poroso (Ceballos y Schnabel, 1998a; Van Schaik, 2010), la precipitación (Ceballos y Schnabel, 1998b) o los usos del suelo (Cubera y Moreno, 2007a). Del mismo modo se han llevado a cabo estudios que relacionan los cambios en la humedad del suelo con la vegetación en ecosistemas adehesados de la península ibérica (Cubera y Moreno, 2007b). Sin embargo, estos trabajos utilizan resoluciones temporales en el registro de sus datos superiores al día e incluso la semana, por lo que podrían eludir procesos que se den a escalas inferiores y podrían ciertos matices para discriminar la dinámica hídrica del suelo a lo largo del tiempo (Molina et al., 2014).

Este estudio pretende determinar la variación de la dinámica del agua edáfica bajo diferentes cubiertas de vegetación y diferentes usos del suelo en pastizales y dehesas, utilizando registros continuos en el tiempo e intervalos de 30 minutos. Se recogen los resultados de un periodo que permitió analizar el comportamiento de la humedad edáfica en escenarios muy contrastados: suelos muy secos, suelos saturados y períodos de transición.

Los objetivos del presente trabajo son (1) analizar la variación temporal del contenido de agua edáfica en dos estaciones de medición de humedad del suelo, (2) analizar la dinámica del agua edáfica a diferentes profundidades en un mismo perfil, y (3) determinar la relación entre la humedad del suelo y la precipitación.

2 | ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se localiza al suroeste de la Península Ibérica, 25 km al NE de la ciudad de Cáceres (Fig. 1). Se trata de una explotación de propiedad privada en la que ubica la cuenca experimental, que tiene una extensión de 99.5 ha y pertenece a la superficie de drenaje del río Almonte, afluente del río Tajo.

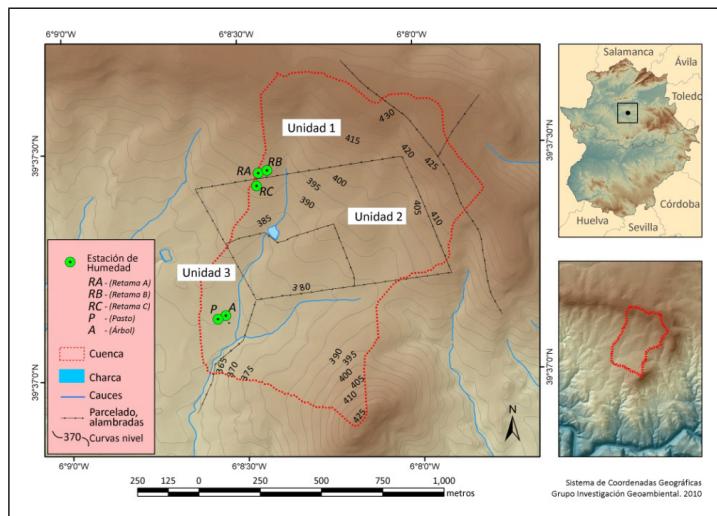


Figura 1. Mapa de localización del área de estudio.

Es un ejemplo de sistema de explotación de dehesa que forma parte de la superficie de erosión desarrollada sobre materiales del zócalo hercínico centroibérico e origen paleozóico (Gómez Amelia, 1982), dominado por pizarras y esquistos (Complejo Esquisto Grauváquico o CEG). Además, sobre el CEG se conservan los restos de un viejo pedimento en las zonas culminantes de la cuenca, formado por dos capas sedimentarias que datan del Paleoceno y Plioceno, y que pueden llegar a alcanzar entre ambas una potencia máxima de 30 metros (IGME, 1987). La topografía de la cuenca es ondulada con una elevación media de 396 m sobre el nivel del mar.

Los suelos son generalmente jóvenes, con bajos contenidos en materia orgánica y bases. Su profundidad está relacionada con la superficie sobre la que se desarrollan, con suelos delgados en las vertientes y más profundos en el pedimento y en las vaguadas, donde hay depósitos fluvio-coluviales con suelos muy poco desarrollados. Según la clasificación de suelos de la FAO (1998) podemos clasificar los suelos de la cuenca experimental como: Acrisoles en el pedimento, Leptosoles y Cambisoles en las laderas sobre pizarra y zonas llanas sin relleno, y Regosoles en las vaguadas.

El clima es mediterráneo, con influencias atlánticas y continentales, y una marcada estación seca en los meses estivales. La precipitación media anual es de 510 mm. La variabilidad anual e interanual de las precipitaciones es alta, siendo frecuentes los períodos de sequías. La temperatura media anual es de 16°C, variando desde 8.1°C de media en el mes de enero a 25.6°C de media en el mes de agosto.

La formación vegetal predominante está constituida por tres estructuras básicas: arbolado, representado exclusivamente por encinas (*Quercus rotundifolia*); arbustos, donde predominan las retamas (*Retama sphaerocarpa*), escobas (*Cytisus multiflorus*) y cantuesos (*Lavandula stoechas*); y pastizales terófitos. Estas formaciones aparecen en diferentes combinaciones y con densidades variadas. La cuenca está pastoreada por ovejas y estacionalmente por cerdos.

3 I METODOLOGÍA

3.1 Instrumental hidrológico de la cuenca experimental

En este estudio se pretende determinar las variaciones temporales y espaciales del agua edáfica en relación con la precipitación. Los resultados que se presentan pertenecen a dos estaciones de medición de humedad del suelo denominadas *Retama B (RB)* y *Retama C (RC)*, que se encuentran en los espacios abiertos de un área con una cobertura dispersa de *Retama sphaerocarpa*.

Para la obtención de datos de humedad edáfica se han utilizado sensores de capacitancia (tipo *ECH₂O* de *DECAGON DEVICES, Inc.* modelo *EC-5*) que permiten registrar el contenido hídrico del suelo. Estos sensores captan el contenido volumétrico de agua (VWC) a partir de la influencia de la humedad sobre las propiedades eléctricas del suelo. Se relaciona la constante dieléctrica del suelo con el volumen de agua contenido en sus poros, ya que la constante del agua (80) es mucho más grande que la de otros componentes del suelo (minerales, 4; materia orgánica, 4, aire, 1). Esta técnica utiliza la correlación existente entre el tiempo de tránsito de una onda electromagnética introducida en el suelo, la constante dieléctrica de éste y el contenido volumétrico de humedad. La constante dieléctrica del suelo determina dicho tiempo de tránsito (Martínez Fernández y Ceballos, 2001).

Los sensores de humedad están instalados en varios perfiles de suelo, a diferentes profundidades y en distintos puntos de la cuenca experimental por la cobertura vegetal. Cada perfil del suelo da lugar a una *estación de medición de la humedad del suelo* (Fig. 2), formada por cuatro sensores de humedad (SH) y uno de temperatura (ST). En todas las estaciones las tres primeras sondas siempre están instaladas a la misma profundidad (5, 10 y 15 cm respectivamente) mientras que la ubicación del sensor más profundo es variable, dependiendo de la potencia del perfil. Todos los sensores registran valores de forma continua en intervalos de 30 minutos, mientras que los datos se registran en un datalogger modelo *Em5b*, de *DECAGON DEVICES, Inc.*

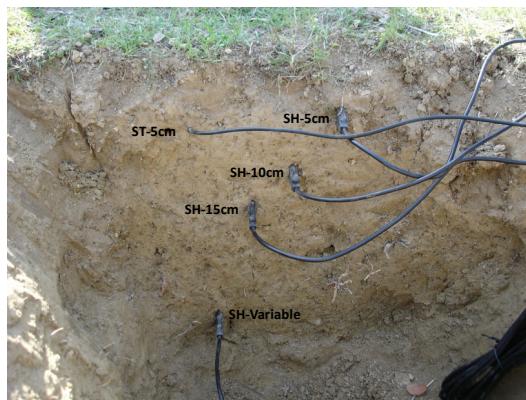


Figura 2: Ejemplo de una estación de medición de humedad del suelo, correspondiente a Retama B.
En este perfil de suelo la profundidad del sensor inferior es de 45 cm.

Las estaciones se localizan en distintas unidades de la cuenca experimental, que se dividen según el manejo del ganado y la cubierta vegetal. Se pueden distinguir 3 unidades (Tabla 1 y Fig.1).

Unidad	Características	Estaciones de medición	Situación
Unidad 1	Pastoreada por cerdos y ovejas, abundan las retamas	<i>Retama A (RA)</i>	Bajo retama.
		<i>Retama B (RB)</i>	Entre retamas o espacio abierto.
Unidad 2	Pastoreada por ovejas, abundan las retamas	<i>Retama C (RC)</i>	En espacio abierto.
Unidad 3	Baja densidad de retamas. Abundan espacios abiertos.	<i>Árbol (A)</i> <i>Pastos (P)</i>	Bajo copa encina. En espacio abierto.

Tabla 1. Unidades de la cuenca experimental de Parapuños.

Las estaciones de la unidad 1 y de la unidad 2 se encuentran en el espacio de transición entre la parte más alta de la cuenca experimental, correspondiente a la ladera del pedimento, y la superficie de pizarras. Esta zona se caracteriza por estar cubierta por materiales del pedimento, por lo que es posible que sus propiedades hidrodinámicas sean distintas de las pizarras. Las estaciones de la unidad 3 se encuentran sobre esta última superficie (Fig. 1).

Durante la instalación de cada estación de medición de humedad se realizaron descripciones de los perfiles del suelo y se tomaron muestras por duplicado para un posterior análisis en el laboratorio de textura, porosidad, densidad aparente, y materia orgánica. La cuenca de Parapuños también cuenta con 6 pluviómetros automáticos tipo balancín (modelo RG2-M, marca Onset) que toman mediciones cada 5 minutos.

El estudio presenta los resultados de las mediciones de humedad de las estaciones RB y RC, durante el periodo que abarca la estación de crecimiento de las herbáceas. Dicho periodo ha sido seleccionado debido a que cuenta con situaciones pluviométricas muy contrastadas, ya que se pasa de un estado de gran sequedad del suelo a un estado

de saturación.

Los datos se han analizado en base a dos escalas: diaria y de evento de lluvia, utilizando para la diaria los datos medios diarios de humedad, y para la escala de evento los recogidos por los sensores cada 30 minutos.

3.2 Propiedades edáficas

Para medir la densidad aparente, porosidad y retención hídrica del suelo se tomaron muestras inalteradas de suelo en Parapuños. La densidad aparente se ha determinado con el método del cilindro (Henin et. al, 1972), que se basa en el secado (estufa a 105°C) y pesado de una muestra de suelo para la obtención de la masa. La densidad aparente se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$Da = \frac{M}{V}$$

donde, Da es la Densidad aparente (g/cm^3), M es la masa de suelo seco (g), y V es el volumen total del suelo (cm^3) que, en este caso, equivale al volumen del cilindro ($\approx 100 \text{ cm}^3$).

La porosidad es la relación entre el volumen de los poros y el volumen total del suelo. Se ha obtenido mediante la siguiente ecuación.

$$P = \frac{Dr - Da}{Dr} * 100$$

donde, Dr es la densidad real de los minerales del suelo ($2,65 \text{ g/cm}^3$), y Da es la densidad aparente (g/cm^3).

Para obtener un valor aproximado de la capacidad de campo se determinó la retención hídrica de la muestra inalterada en laboratorio, empleando un método simplificado, basado en la saturación de la muestra durante 24 horas y el posterior drenaje libre durante 48 horas. La retención hídrica se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$RH = \frac{PD - PS}{PS} * 100$$

donde, RH es la retención hídrica (%), PD es el peso de suelo después de 48 horas de drenaje (g), y PS es el Peso suelo seco (g).

4 | RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Propiedades edáficas

Los suelos en donde se ubican las estaciones son similares debido a que la distancia

entre ambas es inferior a 50 m y a que se desarrollan en la misma zona, es decir, la ladera de transición entre el pedimento y las pizarras. Las dos estaciones tienen perfiles muy parecidos, con el mismo número de horizontes, pero difieren en las profundidades de éstos y en sus propiedades físico-químicas, así como en las texturas.

El perfil del suelo en donde se ubica la estación *RB* alcanza una potencia de 55 cm y se compone de 4 horizontes (Tabla 2). El espesor de cada uno aumenta con la profundidad. Se trata de un perfil bastante pedregoso, lo que puede ser debido a que se desarrolla en el pedimento. Destaca su horizonte Bt, muy arcilloso, lo que repercutirá en la capacidad de retención hídrica que será mucho más alta que en el resto de horizontes. En el horizonte C destaca la gran cantidad de elementos gruesos y el bajo porcentaje en arcillas. Esto le confiere una capacidad de retención hídrica más baja que en los horizontes superiores. La porosidad es bastante similar en todas las muestras.

Horizonte	Espesor	Límite	Estructura	Porosidad	Raíces
Ah	0-4	Brusco	Débil, granular (1mm)	Abundante	Muchas y muy finas
Ah2	4-14	Brusco	Masivo	Poca	Pocas y muy finas
C	14-27	Neto	Masivo	No apreciable	Muy pocas
Bt	27 - >55		No tiene	No apreciable	Muy pocas

Horizonte	Profundidad (cm)	Textura	Arcilla (%)	Arena (%)	Limo (%)	Elementos gruesos (%)	MO (%)
Ah	0-14	Franco	8.2	44.3	47.6	32.6	0.28
C	14-27	Franco	11.3	42.3	46.4	53.4	0.00
Bt	>27	Arcillosa	64.0	11.9	24.2	5.0	0.00

Muestra (cm)	Densidad aparente (gr·cm ⁻³)	Porosidad (%)	Retención hídrica (%)	Elementos gruesos (%) [*]
0-5	1.64	38.0	24.1	15.6
5-10	1.66	37.2	22.9	16.0
15-20	1.59	40.1	18.9	27.4
30-35	1.55	41.3	33.9	6.9

Tabla 2. Descripción del perfil de suelo de la estación *RB*. Los horizontes Ah y Ah2 se analizaron de forma conjunta, al tener el horizonte superficial muy poco espesor. MO – materia orgánica.

* Contenido de elementos gruesos de las muestras inalteradas (anillos de 5x5 cm)

El perfil de suelo de la estación *RC* (Tabla 3) tiene unas características similares al anterior ya que, como se comentaba anteriormente, están muy próximos y se desarrollan sobre el mismo material. Consta de 4 horizontes con espesores parecidos, y es también un perfil muy pedregoso. En este perfil destacan los altos valores en materia orgánica que tienen los horizontes superiores, lo que puede afectar al comportamiento de la humedad,

tal y como se ve en los altos valores de retención hídrica de la parte superficial, y a la vegetación que se desarrolla en el perfil. También destacan los bajos valores en elementos gruesos que posee este perfil en comparación con el anterior, sobre todo el horizonte C, lo que le confiere una densidad aparente mayor, pudiendo afectar a la dinámica del agua a esta profundidad.

Horizonte	Espesor	Límite	Estructura	Porosidad		Raíces
Ah	0-6	Recto	Débil, grumosa (1mm)	Muy abundante		Abundantes y finas
Ah2	6-18		Masivo	Frecuente		Pocas
C	18-25		No tiene			Muy pocas
Bt	25 -		No tiene	No apreciable		

Horizonte	Profundidad (cm)	Textura	Arcilla (%)	Arena (%)	Limo (%)	Elementos gruesos (%)	MO (%)
Ah	0-6	Franco-arenoso	6.3	43.8	49.9	10.9	2.83
Ah2	6-18	Franco	7.1	49.2	43.8	22.4	1.09
C	18-25	Franco-arenoso	6.4	47.5	46.1	23.5	0.70

Muestra (cm)	Densidad aparente (gr·cm ⁻³)	Porosidad (%)	Retención hídrica (%)	Elementos gruesos (%) [*]
0-5	1.57	40.9	27.1	11.4
5-10	1.63	38.5	22.8	13.0
15-20	1.71	35.4	21.2	12.7
	1.63	38.4	27.7	2.3

Tabla 3. Descripción del perfil de suelo de RC.

* Contenido de elementos gruesos de las muestras inalteradas (anillos de 5x5 cm)

4.2 Dinámica del agua del suelo a escala diaria

El 32% de los días que abarcó el periodo estudiado registró alguna precipitación. Dicho periodo temporal presentó situaciones pluviométricas muy contrastadas, donde destacó un otoño seco y un mes de diciembre muy húmedo con valores muy superiores a la media (Tablas 4 y 5). Durante este tiempo se acumuló un total de 284.2 mm, sobre todo en la última quincena donde se registraron 138.6 mm de lluvia.

El mes de septiembre (Tabla 4) registró unos valores totales algo superiores a la media histórica (Tabla 5), con la peculiaridad de que en un solo día se acumuló más de la mitad de la precipitación caída durante el mes. Lo mismo ocurrió durante el mes de octubre en el que los valores fueron muy parecidos a los medios históricos, registrándose en un solo día casi la mitad del total mensual, pero teniendo una clara influencia sobre la vegetación que empezó a reverdecer. Esta forma de llover tiene repercusiones sobre

la humedad del suelo ya que normalmente un alto porcentaje de la precipitación que llega a la superficie producirá escorrentía (Schnabel, 1998), reduciéndose la infiltración y afectando a las variaciones de la humedad edáfica.

Mes	Total (mm)	Mínimo total diario (mm)	Máximo total diario (mm)
Sep.	33.3	0.0	16.2
Oct.	53.4	0.0	26.3
Nov.	28.8	0.0	13.8
Dic.	168.7	0.0	36.0
Total	284.2		

Tabla 4. Precipitación total mensual, y mínimo y máximo total diario, para el intervalo temporal otoñal e inicios del invierno.

De acuerdo con la metodología utilizada por García Marín (2009), el mes de noviembre puede considerarse como seco debido a que la precipitación total fue muy inferior a la media mensual histórica. Durante este mes la lluvia cayó regularmente en los últimos días provocando cambios en la humedad edáfica, que a su vez repercutió en la vegetación, experimentando un mayor crecimiento.

El intervalo de tiempo que abarca estos tres meses puede considerarse como seco si se compara con los 151.3 mm de media, ya que cayeron un total de 115.5 mm. La situación cambió durante el mes de diciembre, en el que llovieron 168.7 mm (Tabla 4) y repartidos de forma más regular, espaciados a lo largo de 19 días. Esta situación provocó grandes variaciones en la humedad del suelo que llega a alcanzar los valores máximos de humedad correspondientes a su estado de saturación, e influyó directamente en el crecimiento de la vegetación.

Mes	Media (mm)	Mediana (mm)	Desv. Est. (mm)	Coef. Var. (%)	Mínima (mm)	Máxima (mm)
Sep.	26.3	19.3	26.2	99.7	0.0	139.1
Oct.	55.6	42.4	48.5	87.2	0.0	236.3
Nov.	69.4	64.2	48.9	70.5	0.0	242.1
Dic.	69.4	49.0	62.7	90.4	0.0	283.8
Total	220.7					

Tabla 5. Características de la precipitación media mensual de la ciudad de Cáceres para los meses de estudio, durante la serie histórica de 90 años. (Schnabel, 1998).

Las precipitaciones registradas durante este periodo dieron lugar a comportamientos variables en la humedad edáfica, dependiendo de las características de cada perfil del suelo (Figuras 3 y 4).

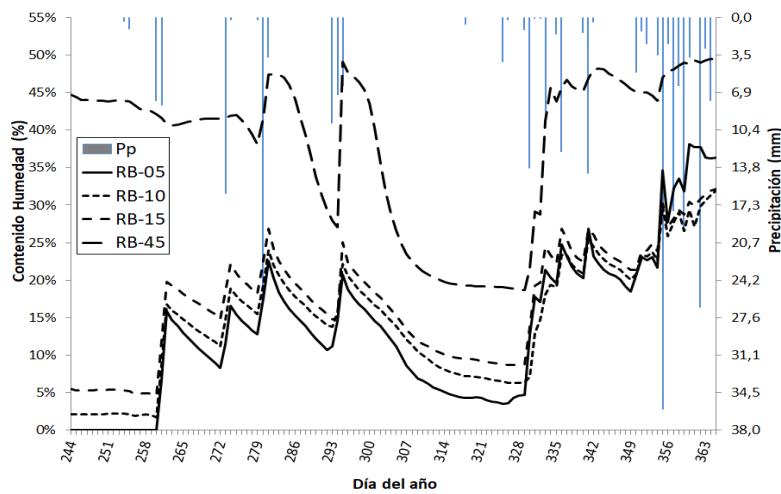


Figura 3. Evolución temporal de los valores medios diarios de humedad edáfica y de las precipitaciones totales diarias en Retama B.

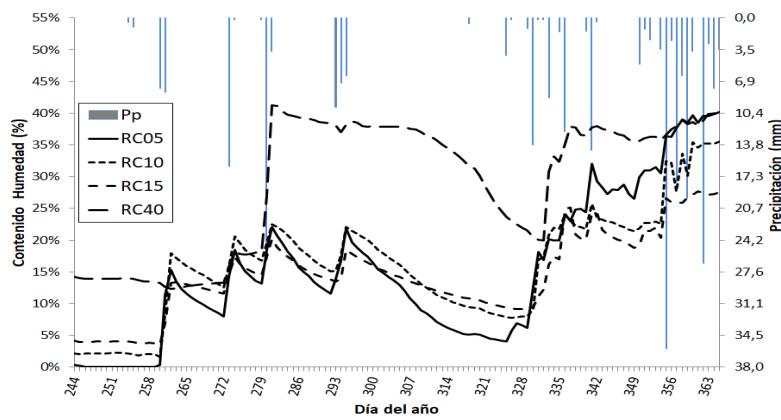


Figura 4. Evolución temporal de los valores medios diarios de humedad edáfica y de las precipitaciones totales diarias en Retama C, desde el 01-09-2009 hasta el 31-12-2009.

De forma general, la dinámica del agua mostró un comportamiento similar entre ambas estaciones (Figuras 3 y 4), debido sobre todo a que las dos poseen unas características edáficas muy parecidas, salvo en la base del perfil. El comportamiento que más se asemeja entre las dos estaciones lo captaron los sensores más superficiales, 5, 10 y 15 cm, donde sus dinámicas de humedad fueron bastante similares y, a su vez, variables, tal y como indican sus coeficientes de variación (Tabla 6). Ambas estaciones comenzaron con valores de humedad semejantes y respondieron de forma muy parecida a los eventos de precipitación. El comportamiento más desigual lo midieron por un lado los sensores más profundos, 40 y 45 cm, y por otro los más superficiales cuando registraron estados en los que se alcanzó la saturación (Figuras 3 y 4). Las dos estaciones captaron descensos similares en superficie durante los intervalos en los que las cantidades de precipitación caídas son insuficientes para producir variaciones de humedad, como el que va del 22 de octubre al 21 de noviembre. Las respuestas de los sensores superficiales ante los eventos de precipitación normalmente fueron casi simultáneas al suceso, excepto en los más profundos donde la respuesta fue más tardía.

Las mayores variaciones en el valor de humedad del suelo se registraron en los primeros centímetros de ambos perfiles (RB-05 y RC-05), con valores muy próximos al 0 % al inicio del período de muestreo y valores máximos, correspondientes al estado de saturación, al final del período. Los valores medios de humedad de *RC-05* fueron sensiblemente mayores que los de *RB-05*, probablemente debido a que es un horizonte con mayor porosidad y con mayor contenido en materia orgánica. Esta mayor disponibilidad de agua favorece al desarrollo de la vegetación, que a su vez repercute en el contenido de materia orgánica y ésta en la retención hídrica (Tabla 3). El amplio rango de oscilación de la dinámica del agua de estos horizontes podría estar causado principalmente porque son zonas que están más afectadas por factores como la evaporación, mayores fluctuaciones de temperatura, o por una mayor succión de las raíces de las plantas.

	<i>RB-05</i>	<i>RB-10</i>	<i>RB-15</i>	<i>RB-45</i>	<i>RC-05</i>	<i>RC-10</i>	<i>RC-15</i>	<i>RC-40</i>
Máximo (% vol.)	38.2	31.9	32.1	49.5	40.2	35.6	27.7	41.2
Mínimo (% vol.)	0.0	1.7	4.6	18.7	0.0	1.6	3.6	12.3
Media (% vol.)	13.6	14.8	17.0	38.2	15.4	16.2	14.6	28.9
Mediana (% vol.)	13.2	15.3	18.2	42.1	13.7	16.8	14.3	35.4
Desviación Estándar (% vol.)	9.9	8.1	7.6	10.4	11.4	8.7	6.5	10.6
Coeficiente Variación (%)	72.8	54.9	44.8	27.3	73.9	53.5	44.7	36.7

Tabla 6. Estadísticos obtenidos desde los datos medios diarios de humedad edáfica a diferentes profundidades en las dos estaciones de medición.

El comportamiento medido por los sensores *RB-10* y *RC-10* es muy similar, tal y como podemos ver en las figuras 3 y 4 y en los valores de la Tabla 6. La mayor diferencia radica en que *RC-10* alcanzó unos valores máximos más altos que tuvieron lugar al final del período cuando el suelo se encontraba saturado. Esto podría explicarse porque el horizonte donde se ubica *RC-10* tiene una porosidad sensiblemente mayor, al igual que su contenido de materia orgánica, lo que hace que esta zona tenga más capacidad para almacenar agua.

El comportamiento de *RB-15* y *RC-15*, aunque parecido, difiere más claramente que el de los sensores superiores. A esta profundidad *RB-15* registró unos valores medios más elevados, al igual que sus valores máximos y mínimos, lo que puede ser debido a que se encuentra en un espacio con mayor contenido en arcillas que *RC-15*.

La dinámica del agua medida por los sensores más profundos, *RB-45* y *RC-40*, fue diferente a la registrada en los horizontes superiores. Esto se debe, primero, a que ambos sensores se encuentran a mayor profundidad por lo que su respuesta ante los eventos de precipitación será más tardía y, segundo, a que están situados en horizontes arcillosos que poseen mayor retención hídrica, por lo que los valores medios de humedad son mucho más elevados que en el resto de horizontes y el comportamiento general de

la humedad es más suave.

Destacan las bruscas oscilaciones que perciben estos sensores antes y después de determinados eventos. Esto puede ser debido a que ambas sondas se encuentran en horizontes arcillosos que sufren agrietamientos ante los procesos de humectación-desecación, lo que puede provocar la aparición de macroporos y conductos por los que circularán flujos preferenciales.

Se aprecia que los valores máximos de humedad captados por algunos sensores son mayores que la porosidad correspondiente a sus respectivos horizontes, lo que puede explicarse por la variabilidad espacial de la porosidad del suelo, los errores cometidos al recoger las muestras y el error inherente a la precisión de los sensores ($\pm 3\%$).

4.3 Dinámica hídrica del suelo a escala de evento

Con el estudio de la dinámica de la humedad edáfica a escala de evento se pretende analizar de forma detallada las variaciones inmediatas que captan los sensores al mismo tiempo que ocurren las lluvias, con el fin de comprender mejor la respuesta hidrológica del suelo.

Se analizan dos periodos temporales con los valores totales de humedad registrados cada 30 minutos, además de las precipitaciones recogidas durante el mismo intervalo. El primer periodo se corresponde con las primeras lluvias del año hidrológico y abarca los días 260, 261 y 262 (17, 18 y 19 de septiembre). El segundo representa la época otoñal de los días 330 al 336 (del 26 de noviembre al 2 de diciembre), en la que comienza una etapa donde el agua del suelo alcanza valores muy altos, después de un espacio de tiempo donde éstos han sido reducidos.

El periodo analizado a continuación duró tres días (17-19 septiembre), durante los cuales las precipitaciones totales caídas alcanzaron los 15.8 mm. Si utilizamos la duración del día como intervalo para dividir los eventos de precipitación vemos que se suceden dos episodios de lluvia repartidos en dos días, el 17 y 18 de septiembre.

Durante el primer día cayeron 7.7 mm. La intensidad máxima alcanzada este día fue de 1.2 mm/30 minutos. Las precipitaciones se registraron principalmente durante la primera mitad del día y la cantidad total en intervalos de 30 minutos fue baja, no superando el litro. Durante el segundo día llovió 8.1 mm de forma menos espaciada en el tiempo. La intensidad máxima alcanzada fue de 3.6 litros/30 minutos, siendo el evento con mayor intensidad del periodo estudiado.

Los dos días registraron una precipitación total muy parecida, pero las diferencias se dieron en el reparto temporal y las intensidades, más breve e intensa durante el segundo día. Esta forma de llover puede afectar al modo en que se humedece el suelo.

La respuesta de cada estación, aunque generalmente es muy similar, difirió en algunos sensores (Figuras 5 y 6). La mayor variación fue registrada por los tres sensores superficiales de cada estación, mientras que el comportamiento captado por los más

profundos fue muy constante, con una diferencia muy pequeña entre sus valores máximos y mínimos (Tabla 7) y con una tendencia descendente. Esto indica que la respuesta de las zonas más profundas del suelo, a una cantidad de agua de 15.8 mm, se produjo de forma más retrasada (Figuras 3 y 4) que con respecto a las zonas más superficiales.

	<i>RB-05</i>	<i>RB-10</i>	<i>RB-15</i>	<i>RB-45</i>	<i>RC-05</i>	<i>RC-10</i>	<i>RC-15</i>	<i>RC-40</i>
<i>Mínimo (% vol.)</i>	0.0	1.4	4.2	40.6	0.0	1.3	3.2	12.1
<i>Máximo (% vol.)</i>	16.5	17.2	21.3	42.5	24.3	18.0	13.7	13.4
<i>Diferencia (% vol.)</i>	16.5	15.8	17.2	1.9	24.3	16.9	10.5	1.3
<i>Precipitación acumulada (mm)</i>								
4.5	0.0	1.6	4.7	42.4	0.0	1.6	3.6	13.3
6.7	0.0	1.5	4.7	42.1	0.0	1.5	3.6	13.2
9.7	0.0	1.4	4.2	41.2	5.6	1.3	3.3	12.9
10.9	0.0	1.5	4.2	41.1	6.0	1.4	3.4	12.8
14.8	5.5	13.1	21.3	41.8	24.3	6.7	8.4	12.1
15.8	14.3	16.7	20.0	41.8	17.7	14.1	9.5	12.1

Tabla 7. Valores extremos y sus diferencias en RB y RC para los datos de humedad en intervalos de 30 minutos; y variación de la humedad con las cantidades de precipitación acumulada.

Los valores mínimos se dieron en las zonas más superficiales del suelo (Tabla 7) ya que son las más expuestas a procesos que disminuyen el contenido de agua edáfica, como la evapotranspiración. La humedad aumenta con la profundidad, registrándose los mayores valores en las partes más bajas de los perfiles, lo que puede ser debido a que tienen altos contenidos de arcilla, mayores valores de retención hídrica, o a que están menos expuestas a factores como la evaporación o la succión de las raíces de las plantas.

Con las precipitaciones caídas durante el primer día de lluvias, 7.7 mm, ningún sensor midió aumento de humedad, por lo que el comportamiento se mantuvo constante e incluso conservó una tendencia descendente. La excepción la registró *RC-05*, que captó un aumento muy progresivo (de 0 a 6%) a partir de los 6.7 mm, pero no fue de forma simultánea a las precipitaciones sino que hubo un desfase temporal de 3:30 horas desde que se produjo la lluvia hasta que se registró la variación (Figura 6). Esto puede ser debido a que la precipitación cayó de forma regular y con baja intensidad, y a que, además, es la zona del perfil con mayores valores de porosidad y de retención hídrica. Igualmente, se trata de una zona con muchas raíces por lo que puede existir un mayor volumen de macroporos.

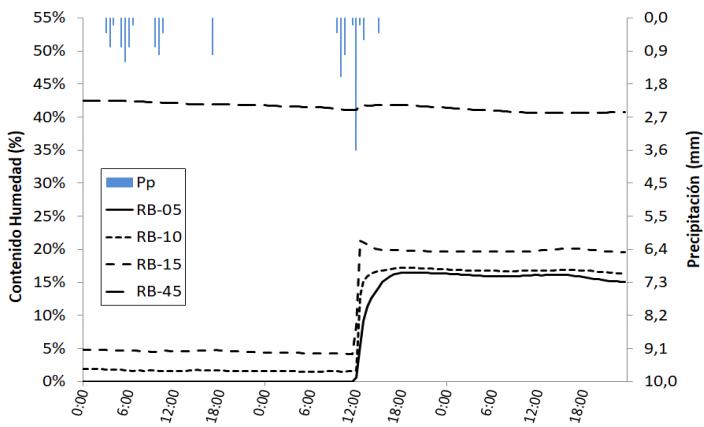


Figura 5. Respuesta del perfil de suelo RB ante diferentes eventos de precipitación en intervalos temporales de 30 minutos durante los días del año 260, 261 y 262.

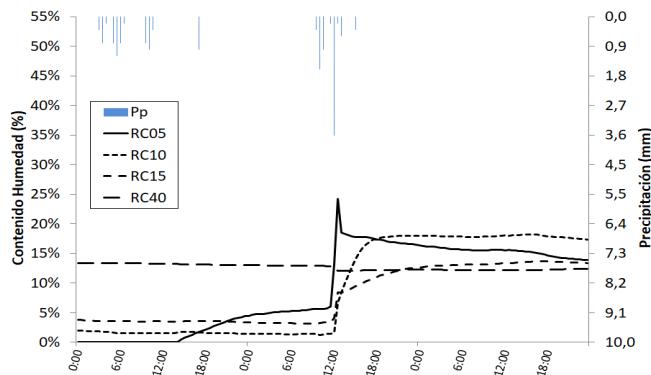


Figura 6. Respuesta del perfil de suelo RC ante diferentes eventos de precipitación en intervalos temporales de 30 minutos durante los días del año 260, 261 y 262.

El ascenso generalizado de la humedad en las partes más superficiales se produjo a lo largo del segundo evento de precipitación, cuando se alcanzó la intensidad de 3.6 mm/30 min. Hasta este momento se habían acumulado 10.9 mm de precipitación, la cual no provocó incremento de humedad en superficie, excepto en *RC-05*. Esto puede ser debido al estado de sequedad del suelo y a las altas temperaturas, lo que da lugar a una alta evaporación y consecuentemente a que no se produzcan ascensos de humedad.

El sensor *RB-05* comenzó a ascender a partir de los 10.9 mm de precipitación, y pasó de registrar su valor mínimo, 0%, al máximo, 16,5%, en un periodo de 6 horas y media. A pesar de experimentar un fuerte cambio de humedad su ascenso fue más gradual que en el resto de sensores (Figura 5). De esto se podría deducir que la infiltración del agua en esta zona del perfil se produjo a través de un frente de humectación matricial uniforme, ya que los valores aumentaron progresivamente. El sensor *RC-05* midió su valor máximo con 14.8 mm, y pasó del 6% al 24.3% en una hora. Lo que podría estar causado por ser una zona donde se dan flujos preferenciales por la presencia de macroporos, hecho que también se puede apreciar a través del fuerte descenso que se produjo inmediatamente después de que alcanzara su pico máximo.

Los sensores *RB-10* y *RC-10* tienen un comportamiento muy similar. Ambos registraron una tendencia descendente y posteriormente un ascenso de humedad a partir de los 10.9 mm de precipitación, alcanzando su máximo con 15.8 mm. El sensor *RB-10* midió su máximo 3 horas después de producirse esta cantidad de lluvia, mientras que en *RC-10* se produce 6 horas después. Esto podría estar causado porque a esta profundidad la estación *RB* tiene mayor porosidad.

Una mayor variación es registrada por los sensores *RB-15* y *RC-15*. El primero tuvo un ascenso muy brusco, pasando de su valor mínimo (4.2%) a su valor máximo (21.3%) en una hora y a partir de los 14.8 mm. Mientras que *RC-15* tuvo un ascenso mucho más progresivo, alcanzando su máximo 25 horas después de que llovieran 15.8 mm. Esto podría interpretarse como que el proceso de infiltración se realizó a través de macroporos, lo que puede ser debido al aumento de elementos gruesos que empieza a darse en esta zona del suelo.

El aumento de humedad más leve se produjo en *RB-45*. Debido a la profundidad y textura de este horizonte, este ascenso se registró una hora más tarde que en el resto del perfil. Una vez que se produjo el pico máximo éste se mantuvo durante más tiempo hasta que comenzó a descender, lo que está relacionado con la capacidad de retención hídrica del horizonte. El sensor *RC-40* no midió ningún aumento de humedad, manteniendo una tendencia descendente, lo que indica que el agua infiltra mucho más lentamente que en la estación anterior.

El segundo periodo analizado tuvo una duración de siete días, del 26 de noviembre al 2 de diciembre, coincidiendo con una etapa del otoño bastante seca. A pesar de todo nos encontramos con vegetación terófita con un porte de escasos centímetros junto con parches de suelo desnudo. Durante estos siete días las precipitaciones totales caídas alcanzaron los 36.6 mm (Tabla 8). Estas lluvias pueden ser divididas en tres eventos principales (Figuras 7 y 8).

	<i>RB-05</i>	<i>RB-10</i>	<i>RB-15</i>	<i>RB-45</i>	<i>RC-05</i>	<i>RC-10</i>	<i>RC-15</i>	<i>RC-40</i>
Máximo (% vol.)	31.8	30.0	31.8	48.8	33.0	30.2	35.9	39.9
Mínimo (% vol.)	4.7	6.2	8.8	18.7	5.9	8.1	8.8	20.0
Diferencia (% vol.)	27.0	23.8	23.0	30.2	27.1	22.2	27.1	20.0
Precipitación acumulada (mm)								
3.7	4.7	6.4	8.8	18.7	5.9	8.1	9.2	21.4
6.3	10.0	6.3	10.8	18.8	6.2	8.1	8.9	20.3
9.5	13.9	6.6	13.2	18.8	13.0	8.2	9.4	20.3
13.8	15.5	7.3	19.2	25.0	20.5	8.6	9.9	20.4
14.1	17.7	12.4	19.0	29.2	18.3	16.6	10.8	20.1
22.7	30.9	18.2	31.8	48.6	25.1	24.0	16.9	39.3
23.8	19.6	19.0	22.0	43.7	20.5	21.7	17.0	32.2

27.7	22.3	21.0	24.1	43.5	25.3	24.3	17.5	33.1
30.4	30.5	23.3	29.4	46.1	26.7	25.8	20.1	33.2
36.6	31.8	29.3	29.3	47.1	33.0	29.1	33.7	37.7

Tabla 8. Valores extremos y sus diferencias en RB y RC para los datos de humedad en intervalos de 30 minutos; y variación de la humedad con las cantidades de precipitación acumulada.

El primer evento se produjo el día 26 en el que cayeron un total de 13.8 mm de forma espaciada, con una intensidad máxima de 2.1 mm/30 minutos. El segundo evento tuvo lugar el día 29 con una precipitación de 8.7 mm. Estas precipitaciones fueron más intensas y menos espaciadas ya que se registraron 8.5 mm en una hora y media, con una intensidad máxima de 3.7 mm/30 minutos. Y el último evento se produjo entre los días 1 y 2, durante el cual llovieron 13.8 mm de forma más regular y en más tiempo. Al finalizar el periodo se registró una intensidad máxima de 3.6 mm/ 30 minutos.

La tendencia general que captaron las sondas de ambas estaciones fue un ascenso de humedad, pero no se produjo de forma progresiva sino que se dieron cambios bruscos según sucedieron los eventos de precipitación, para posteriormente estabilizar sus comportamientos (Figuras 7 y 8).

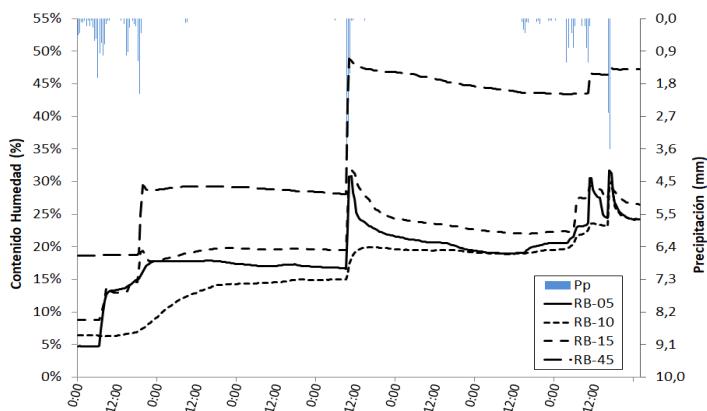


Figura 7. Respuesta del perfil de suelo RB ante diferentes eventos de precipitación en intervalos temporales de 30 minutos, desde el 26 noviembre al 2 diciembre.

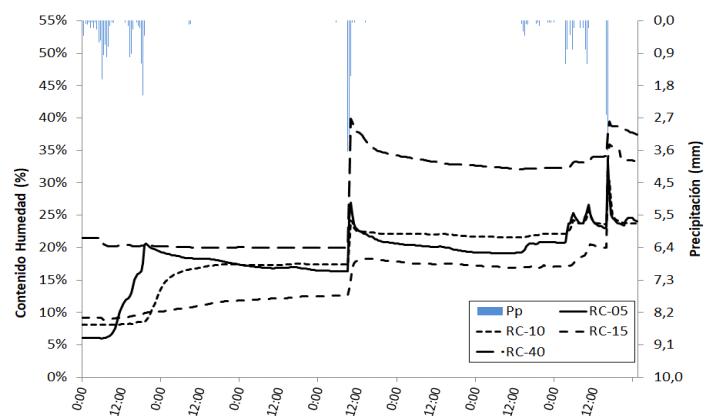


Figura 8. Respuesta del perfil de suelo RC ante diferentes eventos de precipitación en intervalos temporales de 30 minutos, desde el 26 noviembre al 2 diciembre.

El periodo comenzó en ambas estaciones con unos valores de humedad bajos para esta época del año, teniendo en cuenta que las precipitaciones acumuladas en los últimos 30 días no superaron los 6.1 mm. Los valores mínimos de humedad se dieron al comenzar el periodo en las partes más superficiales de los perfiles e iban aumentando con la profundidad, mientras que los máximos se dieron al finalizar el periodo en las zonas inferiores del suelo. Esto puede ser debido a su mayor retención hídrica y a la acumulación de agua que va drenando. Las variaciones de humedad entre los horizontes no seguían un patrón, sino que se dieron indistintamente a cualquier profundidad.

El comportamiento de los sensores *RB-05* y *RC-05* fue muy parecido. Con el primer evento de precipitación ambos midieron un aumento de humedad bastante similar, alcanzando un pico máximo semejante prácticamente en el mismo tiempo. La diferencia está en que el cambio de humedad de *RB-05* fue más brusco, mientras que *RC-05* se humedeció más progresivamente. Con el segundo evento de precipitación estos sensores volvieron a registrar comportamientos similares, pero esta vez el aumento se produjo de forma brusca en ambos, probablemente debido a la intensidad del evento. El sensor *RB-05* captó un aumento algo mayor y un posterior descenso más pronunciado, mientras que *RC-05* midió un comportamiento más suave. Con el tercer evento de precipitación ocurrió algo parecido, ya que *RC-05* no tuvo cambios tan bruscos, aunque sí alcanzó un pico mayor. Estos comportamientos pueden estar asociados a que el horizonte superficial de la estación *RC* tiene mayor contenido en materia orgánica, menor valor de elementos gruesos, y mayores valores de retención hídrica.

Los sensores *RB-10* y *RC-10* también tuvieron comportamientos similares y una progresión parecida a los sensores superficiales, estando sus valores muy igualados (Tabla 8). La diferencia entre ambos fue que *RB-10* registró una dinámica más suave, mientras que *RC-10* midió unos valores más altos y sus respuestas a los eventos de precipitación fueron más bruscas.

El comportamiento de la humedad a quince centímetros de profundidad difirió sensiblemente con respecto a las zonas más superficiales, encontrando mayores diferencias entre los sensores de ambos perfiles. El sensor *RB-15* alcanzó valores más altos durante todo el periodo, excepto al final, y midió más oscilaciones ante los eventos de precipitación como por ejemplo durante las primeras lluvias en las que hubo un ascenso de humedad de más de un 10%. Mientras que *RC-15* no experimentó ningún ascenso brusco sino que fue muy progresivo, lo que indica que el agua fue drenando muy lentamente hacia este horizonte. Los cambios bruscos de humedad sí se registraron con el segundo y tercer evento de precipitación, sobre todo cuando las lluvias cayeron con una intensidad superior a los 2 mm/30 minutos y la conductividad hidráulica es mayor.

Los sensores *RB-45* y *RC-40* tuvieron comportamientos diferentes al de los sensores superficiales. Ambos sensores comenzaron y terminaron registrando los valores más altos de humedad, lo que puede ser debido al alto contenido en arcillas de sus respectivos

horizontes. Resalta que el sensor *RC-40* no experimentó ascensos de humedad después del primer evento de precipitación, sino que mantuvo su tendencia descendente, lo que indica que el agua de infiltración drena más lentamente en este perfil, hecho que, como hemos visto anteriormente, también se da a 15 cm de profundidad. Sin embargo *RB-45* sí registró ascensos en todos los eventos, destacando el lento y suave descenso de la humedad después de éstos, lo que puede explicarse por los altos valores de retención hídrica y por el agua aportada a través del drenaje de los horizontes superiores. El sensor *RC-40* midió unos descensos más pronunciados después de las lluvias, lo que puede ser debido a que tiene unos valores más bajos de retención hídrica y a que tarda más en recibir los aportes de los horizontes superiores.

5 | CONCLUSIONES

La dinámica y evolución del agua edáfica es dependiente de la profundidad del suelo y sus propiedades físicas, de la humedad antecedente, de la cantidad de precipitación caída y del reparto espacial y temporal de ésta.

En la variación espacial del contenido de agua son muy importantes las intensidades de precipitación y el estado de humedad antecedente del suelo.

Las arcillas muestran un comportamiento claramente distinto al del resto de horizontes del perfil, los cuales muestran entre ellos una dinámica similar pero con variaciones en sus valores debido a diferentes factores, principalmente la textura, porosidad y presencia de vegetación.

Los resultados muestran que es necesario continuar con las mediciones para poder contrastar los resultados entre diferentes períodos temporales. Además se hace necesario el análisis de más puntos de muestreo, es decir, de más estaciones de humedad, ya que la variabilidad y distribución espacial de la humedad es muy grande y no es uniforme.

REFERENCIAS

Blanco Castro, E., M. Á. Casado González, et al. (2005). Los bosques ibéricos: una interpretación geobotánica., Planeta. 597 pp.

Ceballos Barbancho, A. (1999). Procesos hidrológicos en una pequeña cuenca hidrográfica bajo explotación de dehesa en Extremadura., Universidad de Extremadura. Cáceres. 196 pp.

Ceballos Barbancho, A. and S. Schnabel (1998a). "Comportamiento de la humedad del suelo en una pequeña cuenca hidrográfica de la dehesa extremeña. (Guadalperalón, Cáceres)." Cuadernos de investigación geográfica. 24: 25-38.

Ceballos Barbancho, A. and S. Schnabel (1998b). "Hydrological behaviour of a small catchment in a dehesa landuse system (Extremadura, SW Spain)." Journal of Hydrology. 210 (1998): 146-160.

Cerdá, A., S. Schnabel, et al. (1998). "Soil Hydrological response under simulated rainfall in the Dehesa land system (Extremadura, SW Spain) under droguht conditions." *Earth Surface Processes and Landforms*. 23 (1998): 195-209.

Cubera, E. and G. Moreno (2007a). "Effect of land-use on soil water dynamic in dehesas of Central-Western Spain." *Catena*. 2007 (71): 298-308.

Cubera, E. and G. Moreno (2007b). "Effect of single *Quercus ilex* trees upon spatial and seasonal changes in soil water content in dehesas of central western Spain." *Annals of Forest Science*. 64: 355-364.

FAO, 1998. World Reference Base for Soil Resources, World Soil Resources Reports 84. FAO, Roma.

Gómez Amelia, D. (1982). *La penillanura cacereña : estudio geomorfológico*. Tesis Doctoral. Cáceres, Universidad de Extremadura. 419 pp.

Gómez Amelia, D., A. Ceballos Barbancho, et al. (1998). "Experimentos con lluvia simulada en la cuenca experimental de Guadalperalón. Norte de Extremadura. Primeros resultados." *Norba. Revista de Geografía*. X: 67-80.

Gómez Gutiérrez, Á. (2009). *Estudio de la erosión en cárcava en áreas con aprovechamiento silvopastoril*. Cáceres, Universidad de Extremadura. 281 pp.

IGME, 1987. *Mapa Geológico de España*. Hoja 679. Aldea de Trujillo. Instituto Geológico y Minero de España.
Infante, J. M., F. Domingo, et al. (2003). "Quercus ilex transpiration as affected by a prolonged drought period." *Biología Plantarum*. 46 (1): 49-55.

Lavado Contador, J. F., M. Maneta López, et al. (2006). "Prediction of near-surface soil moisture at large scale by digital terrain modeling and neural networks." *Environmental Monitoring and Assessment*. 121: 213-232.

Maneta López, M. (2006). *Modelling of the hydrologic processes in a small semiarid catchment*. Doctoral Thesis. Cáceres, Universidad de Extremadura. 278 pp.

Martínez Fernández, J. and A. Ceballos Barbancho (2001). "Diseño y validación de una sonda TDR para la medición de la humedad del suelo." *Temas de investigación en Zona no Saturada*. Universidad Pública de Navarra. 37-43. Pamplona.

Molina, A., Jérôme Latron, Carles M Rubio, Francesc Gallart, Pilar Llorens. (2014). Spatio-temporal variability of soil water content on the local scale in a Mediterranean mountain area (Vallcebre, North Eastern Spain). How different spatio-temporal scales reflect mean soil water content. *Journal of Hydrology*. 516 (4). 182-192

Schnabel, S. (1997). *Soil erosion and runoff production in a small watershed under silvo-pastoral landuse (dehesas) in Extremadura, Spain.*, Geoforma Ediciones. Logroño. 167 pp.

Schnabel, S. (1998). "La precipitación como factor en los procesos hidrológicos y erosivos. Análisis de datos de Cáceres capital." *Norba. Revista de Geografía*. X: 137-152.

Van Schaik, L. (2010). *The role of macropore flow from plot to catchment scale. A study in a semi-arid area*. Utrecht, Faculty of Geosciences, Utrecht University. 174 pp.

AVALIAÇÃO DOS PROCESSOS QUÍMICOS DO SOLO EM MANEJO DE PLANTIO DIRETO NA AMAZÔNIA

Data de aceite: 03/08/2020

Bárbara Maia Miranda

Universidade do Estado do Pará – UEPA

Belém – Pará

<http://lattes.cnpq.br/0348299988101527>

Arystides Resende Silva

EMBRAPA Amazônia Oriental

Belém – Pará

<http://lattes.cnpq.br/1530381776730739>

Eduardo Jorge Maklouf Carvalho

EMBRAPA Amazônia Oriental

Belém – Pará

<http://lattes.cnpq.br/3218636712620472>

Carlos Alberto Costa Veloso

EMBRAPA Amazônia Oriental

Belém – Pará

<http://lattes.cnpq.br/9716894627560125>

pois seus princípios conservacionistas não são praticados rigorosamente, distanciando-se de ser o sistema mais utilizado nos cultivos do Brasil, principalmente pela necessidade de desenvolver mais conhecimentos sobre seus benefícios e os melhores manejos. Em vista disso, o presente estudo teve como objetivo avaliar os processos químicos de um Latossolo Amarelo Distrófico sobre os diferentes arranjos produtivos utilizados em sistema de plantio direto no município de Belterra–PA. O experimento foi orientado em um delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos. A amostragem do solo foi realizada em maio de 2017 dentro de cada parcela nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-40 cm. Amostras essas que foram utilizadas para determinar os seguintes atributos químicos: MOS, Ca, Ca+Mg, Na, K, Al, H+Al. Em seguida a obtenção desses, foram calculadas as variáveis SB, CTC Total, V% e m%. As análises estatísticas foram realizadas por meio do programa RStudio®. Os resultados demonstram que a técnica de manter o material orgânico na maioria dos tratamentos deste estudo com o plantio direto demonstrou-se eficaz para melhorar a fertilidade do solo, aumentando os teores de CTC, V% e SB, reduzindo a m%. No geral, a aplicação de calcário superficial em SPD se mostrou um tratamento determinante

RESUMO: Os danos mais significativos na qualidade dos solos de áreas produtivas estão correlacionados ao uso impróprio dos recursos naturais, aplicação de sistemas agrícolas e insumos inadequados com baixa sustentabilidade e intensivamente mecanizados. Com isso, o Sistema de Plantio Direto passou a ser introduzido no Brasil, tendo como base as práticas de conservação, contudo, em muitas áreas é aplicado e conceituado erroneamente,

para melhorar as condições das características químicas destes solos, principalmente nas camadas superficiais.

PALAVRAS-CHAVE: Fertilidade do solo, sistema conservacionista, manejo do solo.

EVALUATION OF THE CHEMICAL PROCESSES OF THE SOIL IN MANAGEMENT OF DIRECT PLANTING IN THE AMAZON

ABSTRACT: The most significant damage to the quality of soils in productive areas is related to the improper use of natural resources, the application of agricultural systems and inadequate inputs with low sustainability and intensively mechanized. As a result, the No-Tillage System started to be introduced in Brazil, based on conservation practices, however, in many areas it is incorrectly applied and conceptualized, as its conservationist principles are not rigorously practiced, distancing itself from being the system most used in Brazilian crops, mainly due to the need to develop more knowledge about its benefits and better management. In view of this, the present study aimed to evaluate the chemical processes of a Yellow Dystrophic Oxisol on the different productive arrangements used in no-tillage systems in the municipality of Belterra – PA. The experiment was conducted in a completely randomized design with four treatments. Soil sampling was carried out in May 2017 within each plot at depths of 0-10, 10-20 and 20-40 cm. These samples were used to determine the following chemical attributes: MOS, Ca, Ca + Mg, Na, K, Al, H + Al. After obtaining these, the variables SB, Total CTC, V% and m% were calculated. Statistical analyzes were performed using the RStudio® program. The results demonstrate that the technique of maintaining organic material in most of the treatments in this study with no-tillage proved to be effective in improving soil fertility, increasing the levels of CTC, V% and SB, reducing the m%. In general, the application of superficial limestone in SPD proved to be a decisive treatment to improve the conditions of the chemical characteristics of these soils, mainly in the superficial layers.

KEYWORDS: Soil fertility, conservation system, soil management.

1 | INTRODUÇÃO

O solo é um sistema composto por partículas sólidas (minerais e orgânicas), líquidas (água e minerais) e gasosas, definindo sistema trifásico (REICHARDT; TIMM, 2012). Atualmente, comprehende-se como funções de solos com qualidade a capacidade de promover circunstâncias favoráveis para o desenvolvimento e crescimentos de plantas, sistematizar e regular o fluxo da água no ambiente, armazenar e viabilizar a ciclagem de elementos essenciais, inibir a circulação de substâncias tóxicas na cadeia alimentar, possibilitando saúde e bem estar às plantas e animais (GIONGO; CUNHA, 2010).

Os danos mais significativos na qualidade dos solos de áreas produtivas estão correlacionados ao uso impróprio dos recursos naturais, aplicação de sistemas agrícolas

e insumos inadequados com baixa sustentabilidade e intensivamente mecanizados, desrespeitando a capacidade natural de recuperação e características específicas do solo manejado (WATANABE et al., 2000; REICHERT, et al., 2003; MELLO & BRUM, 2013). Toda atividade no solo pode modificar diretamente suas características física e química e a atividade biológica e, consequentemente, sua fertilidade, influenciando nos agroecossistemas, podendo causar danos à qualidade e produtividade do solo e das culturas.

Com isso, o Sistema de Plantio Direto passou a ser introduzido no Brasil, tendo como base as práticas de conservação da palha na superfície e a redução do revolvimento do solo como ações emergentes aos altos danos causados no solo com o uso das técnicas de sistema convencional (VOLK; COGO; STRECK, 2004). Os resultados desse sistema foram positivos não apenas aos fatores ambientais, mas também econômicos com redução de gastos, além de gerar aumento significativo nas produções.

Contudo, em muitas dessas áreas o SPD é aplicado e conceituado erroneamente, pois seus princípios conservacionistas não são praticados rigorosamente, distanciando-se de ser o sistema mais utilizado nos cultivos do Brasil, principalmente pela necessidade de desenvolver mais conhecimentos sobre seus benefícios e os melhores manejos para cada característica específica de acordo com a área a qual será inserido, para alcançar produtividades satisfatórias e se torne uma realidade prática no país (SILVA et al., 2009; AMADO; MIELNICZUK; AITA, 2002; DERPSCH et al., 2014).

Em vista disso, o presente estudo teve como objetivo avaliar os processos químicos de um Latossolo Amarelo Distrófico sobre os diferentes arranjos produtivos utilizados em sistema de plantio direto no município de Belterra–PA.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi executada em sistema de produção de Plantio Direto, localizado no Campo Experimental de Belterra, município de Belterra–PA, região oeste do estado do Pará, a uma altitude de 152 m a 2°38'11" S de latitude e 54°56'13" W de longitude. Segundo classificação de Koppen, o clima é do tipo Am, a precipitação anual média é de 1.743 mm e o solo é caracterizado como Latossolo Amarelo Distrófico textura muito argilosa (SANTOS et al., 2013).

O experimento foi orientado em um delineamento inteiramente casualizado (DIC) e elaborado por quatro tratamentos, referentes aos manejos aplicados ao solo em SPD que são: T1 - Sem aplicação de calcário e sem subsolagem; T2 – Com aplicação de calcário superficial (dosagem recomendada) e sem subsolagem; T3 – Com calcário incorporado em plantio convencional e sem subsolagem e T4 – Com aplicação de calcário superficial e com a subsolagem, onde as doses de calcário aplicadas foram de 2 ton/ha. Instalado no

ano de 2015 onde foi adotada a sucessão das culturas de soja e milho em SPD, usando-se *Brachiaria ruziziensis* como planta de cobertura na entressafra.

Em maio de 2017 foram realizadas coletas para a caracterização química dentro de cada parcela nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-40 cm, sendo quatro amostras simples em cada parcela por profundidade, perfazendo uma amostra composta por parcela por profundidade com 4 repetições. Amostras essas que foram utilizadas para determinar os seguintes atributos químicos: MOS, Ca, Ca+Mg, Na, K, Al, H+Al seguindo metodologia proposta pela Embrapa (2011) e Teixeira et al. (2017) (Tabela 1).

Tratamentos ¹	Prof. (cm)	MOS	P	Ca	Ca+Mg	K	Al	H+Al
		(g kg ⁻¹)	(mg dm ⁻³)		-----cmol _c dm ⁻³ -----			
T1	0-10	37,17	45,72	5,60	6,55	0,23	0,10	4,79
	10-20	30,18	15,32	3,35	3,98	0,15	0,18	4,99
	20-40	19,30	5,98	1,73	2,20	0,11	0,53	4,74
T2	0-10	39,49	38,33	6,45	9,00	0,17	0,10	2,60
	10-20	29,80	16,53	3,90	5,13	0,12	0,10	4,17
	20-40	22,29	7,77	2,08	2,73	0,06	0,20	4,25
T3	0-10	36,30	32,98	5,90	7,93	0,13	0,10	2,19
	10-20	33,13	20,04	4,48	5,88	0,12	0,13	3,38
	20-40	19,09	7,75	2,23	2,90	0,06	0,30	4,29
T4	0-10	31,99	57,02	4,80	6,50	0,02	5,80	3,47
	10-20	30,25	52,54	3,40	4,25	0,01	5,15	4,95
	20-40	19,92	31,80	1,25	1,65	0,01	4,40	5,36

Tabela 1. Características químicas do solo dos tratamentos.

⁽¹⁾T1 - Sem Calcário e sem subsolagem; T2 - Calcário superficial (dosagem recomendada) e sem subsolagem; T3 - Calcário incorporado em plantio convencional e sem subsolagem e T4 - Calcário superficial e com a subsolagem.

Em seguida a obtenção desses, foram calculadas as variáveis do complexo sortivo do solo, sendo essas Soma de Bases Trocáveis (SB), Capacidade de Troca de Cátions Total (CTC Total), percentagem de Saturação por Bases (V%) e o percentagem de Saturação por Alumínio (m%) conforme metodologia descrita pela Embrapa (2011) e Teixeira et al. (2017).

Para cada manejo, os valores das análises realizadas foram comparados entre as camadas do solo consideradas e entre cada tratamento e submetidos à análise de variância e quando significativos as médias comparadas pelo teste de Tukey $p<0,05$, no programa estatístico RStudio®.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

A presença de matéria orgânica do solo (MOS) nos tratamentos estudados não expressou diferenças significativas, entretanto quando comparada entre as camadas do

solo há uma redução proporcional ao aumento da profundidade, sendo significativa na última camada (Tabela 2).

Resultados de MOS compatíveis com o depósito cobertura vegetais na superfície do solo e com baixo revolvimento destes solos na maioria dos manejos aplicados. Campos et al. (2018) também observaram diferença nas profundidades 0 - 0,20 e 0,20 - 0,40 m de um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico com cultivo de milho e feijão em SPD, com os valores mais elevados na camada mais superficial.

SM	MOS	CTC TOTAL	V%	m%	SB
	g/kg	cmol _c /dm ³			cmol _c /dm ³
T1	28.88A	9.26A	45.53B	8.45A	4.41B
T2	30.52A	9.42A	58.00A	3.24A	5.73A
T3	29.51A	8.97A	60.92A	4.35A	5.67A
T4	26.28A	8.99A	54.53AB	7.44A	5.02A
Profundidades					
0-10	35.10a	10.87a	69.99a	1.36a	7.58a
10-20	30.61a	9.30b	55.50b	2.67a	5.13b
20-40	20.68b	7.32c	39.09c	13.57b	2.91c
CV (%)	19.11	10.20	18.04	89.15	24.11

Tabela 2. Valores médios de Matéria Orgânica do Solo (MOS), Capacidade de Troca Catiônica Total (CTC Total), percentagem de Saturação por bases (V%), percentagem de Saturação por alumínio (m%) e Soma de Bases Trocáveis (SB) entre os tratamentos e entre profundidades, Campo Experimental, Belterra – PA, 2019.

⁽¹⁾T1 - Sem Calcário e sem subsolagem; T2 - Calcário superficial (dosagem recomendada) e sem subsolagem; T3 - Calcário incorporado em plantio convencional e sem subsolagem e T4 - Calcário superficial e com a subsolagem.

Médias seguidas da mesma letra maiúscula nos tratamentos e minúscula nas profundidades não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

Os valores de CTC identificados como altos tiveram relação direta com os teores de MO (Tabela 2), sendo favoráveis a todos os tratamentos e principalmente nas camadas mais superficiais do solo. A técnica de manter o material orgânico na maioria dos tratamentos deste estudo com o plantio direto demonstrou-se eficaz para melhorar a fertilidade do solo, pois de acordo com Ronquim (2010) o manejo adequado desse material orgânico pode resultar no aumento de CTC e o poder tampão.

Conforme também foi identificado por Guimarães et al. (2015) que acompanharam a evolução da CTC em solos submetidos a manejo orgânico com incremento de matéria orgânica durante 20 anos em Domingos Martins – ES, onde explicam que como consequência do aumento de matéria orgânica há maior adsorção dos cátions pela carga negativa ocorrendo redução das perdas por lixiviação no solo, além de garantir uma disponibilidade gradual desses nutrientes às plantas.

A V% demonstrou entre os tratamentos médias maiores que 50%, caracterizados como

solos eutróficos, com exceção do T1 com média inferior, definidos como distróficos (Tabela 2), sendo o único tratamento com ausência de aplicação de doses de calcário. Ocorre uma considerável redução das médias com o aumento da profundidade, concomitante ao acréscimo de AI. Conforme resultados de Carvalho et al. (2014), que avaliaram o efeito de diferentes plantas de cobertura sobre a fertilidade do solo, particularmente sobre os estoques de carbono e nitrogênio de um Latossolo Vermelho sob preparo convencional e SPD, obtiveram valores mais elevados nas camadas mais superficiais do solo.

As médias de m% estão classificadas de baixo (5-10) a muito baixo (<5) conforme classificação de Osaki (1991) (Tabela 2). Observou-se tendência ao aumento nas camadas mais profundas do solo, onde foram encontrados valores medianamente prejudiciais (10,1-20) ao desenvolvimento das culturas. Resultados semelhantes aos de Nora et al. (2014), que analisaram a influência da aplicação combinada de gesso e calcário em um Latossolo sob SPD e apresentou m% acima de 10% nas camadas mais profundas, sendo explicado pela diferença de relevância do AI e de Ca na CTC do solo, como nesse estudo foi identificado que nas camadas mais superficiais o Ca tem maior significância na CTC, consequentemente, aumentando os valores de V% e diminuindo os de m%.

Os valores mais elevados de bases trocáveis foram identificados nos tratamentos que foram expostos a aplicação de calcário (T2, T3 e T4), sendo o manejo testemunha (T1) sem aplicação de calcário e sem subsolagem com os teores mais baixos (Tabela 2), fundamentado pela formação dos íons após o uso do calcário que elevam a disponibilidade de nutrientes, com maior presença de Ca e Mg e reduz a presença de AI (RONQUIM, 2010).

Há um decréscimo dos valores de SB em profundidade, o que pode ter ocorrido pela redução da influência da aplicação do calcário e a redução da presença de matéria orgânica, conforme também foi identificado em resultados de Guimarães et al. (2015) e Gonçalves et al. (2015).

4 | CONCLUSÃO

A aplicação de calcário superficial melhorou as condições das características químicas, demonstrando condições favoráveis à fertilidade, principalmente nas camadas superficiais de um Latossolo Amarelo úmido do Oeste paraense na Amazônia, município de Belterra-PA, quando submetido ao sistema Plantio Direto.

REFERÊNCIAS

AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no Rio Grande do Sul e Santa Catarina adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, p. 241-248, 2002.

CAMPOS, S. da A.; SOUZA, C. M. de; GALVÃO, J. C. C.; NEVES, J. C. L. Atributos químicos e físicos de um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico sob plantio direto. **Revista Agrarian**, v.11, n. 41, p. 230-240, 2018.

CARVALHO, A. M.; MARCHÃO, R. L.; SOUZA, K. W.; BUSTAMANTE, M. M. C. Soil fertility status, carbon and nitrogen stocks under cover crops and tillage regimes. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 5, p. 914-921, 2014. Número especial.

DERPSCH, R.; FRANZLUEBBERS, A. J.; DUIKER, S. W.; REICOSKY, D. C.; KOELLER, K.; FRIEDRICH, T.; STURNY, W. G.; SÁ, J. C. M.; WEISS, K. Why do we need to standardize no-tillage research? **Soil and Tillage Research**, v. 137, p. 16-22, 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230p. (Documentos, 132).

GONGO, V.; CUNHA, T.J.F. Sistema de produção de melão. Manejo do solo. Embrapa Semiárido. Sistemas de Produção, 5. ISSN 1807-0027, Versão Eletrônica. Ago/2010. Disponível em: <http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/sistema_producao/spmelao/manejo_do_solo.html>, acesso em 07/05/2019.

GONÇALVES, M; SILVA, D. J.; BRITO, M. I. C. de; SILVA, V. C. da; GONGO, V. Soma de bases e capacidade de troca de cátions como indicadores de qualidade química do agroecossistema com mangueiras. In: Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Semiárido, XII, 2017, Petrolina – PE. **Anais...** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2017. 389 p. Disponível em <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1072867/1/SDC279.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2020.

GUIMARÃES, G. P.; SOUZA, J. L. de.; PEREIRA, V. A.; PREZOTTI, L. C.; GUARÇONI M., A. Fertilidade de solos e dinâmica de carbono em sistemas orgânicos de produção. In: SOUZA, J. L. de. (Org.). **Agricultura orgânica: tecnologias para a produção de alimentos saudáveis**. Vitória, ES : Incaper, p. 79-113, 2015. 3 v.

MELLO, E. S. de; BRUM, A. L. O direito ao desenvolvimento e a produção local: O plantio direto da soja como uma alternativa de desenvolvimento econômico. **Revista gestão e desenvolvimento em contexto - GEDECON**, v.1, n. 01, p. 133-154, 2013.

NORA, D.D.; AMADO, T.J.C.; BORTOLOTTO, R.P.; FERREIRA, A. de O.; KELLER, C.; KUNZ, J. Alterações químicas do solo e produtividade do milho com aplicações de gesso combinado com calcário. **Magistra**, v. 26, n. 1, p. 1-10, jan./mar. 2014.

OSAKI, F. **Calagem e adubação**. Campinas: Instituto Brasileiro de Ensino Agrícola, 1991. 503 p.

REICHARDT, K.; TIMM, L.C. **Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações**. 2 ed. Barueri, SP: Manole, 2012.

REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; BRAIDA, J. A. Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas. **Ciência & Ambiente**, v. 27, p. 29-48, 2003.

RONQUIM, C.C. 2010. Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais. Campinas, SP: Embrapa Monitoramento por Satélite. Embrapa Monitoramento por Satélite. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, v.8, 26 p.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Ver. Ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353p. il.

SILVA, A. A.; GALON, R.; GALON, L.; FERREIRA, F. A.; TIRLONI, S. P.; FERRREIRA, E. A.; SILVA, A. F.; AGNES, E. L. Sistema de plantio direto na palhada e seu impacto na agricultura brasileira. **Revista Ceres**, v. 56, p. 496-506, 2009.

TEIXEIRA, P.C.; DONAGEMMA, G.K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W.G. (Ed.). **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa, 2017. p.95–116.

VOLK, L. B. S.; COGO, N. P. & STRECK, E. V. Erosão hídrica influenciada por condições físicas de superfície e subsuperfície do solo, resultantes do seu manejo, na ausência de cobertura vegetal. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 28, p. 763- 774, 2004.

WATANABE, S. H.; TORMENA, C. A.; ARAUJO, M. A.; GONÇALVES, A. C. A.;

SILVA, A. P. da; PINTRO, J. C.; COSTA, A. C. S. da; VIDIGAL FILHO, P. S. Resistência a penetração e porosidade de aeração de um latossolo vermelho distrófico sob plantio direto por dois anos. **Acta Scientiarum**, v. 22, n. 4, p. 1055-1060, 2000.

MORFOMETRIA DE FRUTOS E SEMENTES DE *Dussia tessmannii* HARMS. (FABACEAE)

Data de aceite: 03/08/2020

Data de submissão: 26/05/2020

Ítalo Felipe Nogueira Ribeiro

Universidade Federal do Acre-UFAC
Rio Branco – Acre

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0441588833326106>

Michaela Nascimento Queiroz

Universidade Federal do Acre-UFAC
Rio Branco – Acre

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9707491980051097>

Pedro Raimundo Ferreira de Lima

Universidade Federal do Acre-UFAC
Rio Branco – Acre

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7284148846424723>

Taís de Souza Arruda

Universidade Federal do Acre-UFAC
Rio Branco – Acre

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6335617716546972>

Evandro José Linhares Ferreira

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-
INPA
Rio Branco – Acre

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4321535611114924>

restringindo-se aos estados do Acre e Amazonas. Sua madeira é explorada em outros países, tendo assim potencial econômico. Este estudo objetivou analisar a morfometria de frutos e sementes de *D. Tessmannii* visando contribuir para a produção de mudas da espécie. Coletou-se frutos de matrizes situadas no Parque Zoobotânico da Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre. Após o tratamento sanitário os frutos e sementes foram medidos e pesados com o auxílio de um paquímetro digital e uma balança com precisão de 0,01 g, respectivamente, sendo registrados, para frutos e sementes, os valores referentes ao comprimento, largura, espessura e peso. Também registrou-se o peso das sementes sem arilo. Os dados obtidos foram usados para realizar a correlações de Pearson entre as variáveis. Os frutos tem em média 61,96 g de peso (DP = 14,62; CV = 23,59%), 64,98 mm de comprimento (DP = 9,38; CV = 14,43%), 46,78 mm de largura (DP = 2,56; CV = 5,47%) e 39,03 mm de espessura (DP = 2,14; CV = 5,47%). Já as sementes tem em média 10,80 g de peso (DP = 1,89; CV = 17,52%), 34,41 mm de comprimento (DP = 3,04; CV = 8,84%), 21,93 de largura (DP = 8,58; CV = 39,12%) e 17,07 mm de espessura (DP = 1,60; CV = 9,35%). O coeficiente de correlação de Pearson (r) foi

RESUMO: Popularmente conhecida como Feijão Bravo, *Dussia tessmannii* Harms. (Fabaceae) possui ocorrência rara no Brasil,

elevada e positiva entre as variáveis peso e comprimento dos frutos ($r = 0,9322$ e $p < 0,0001$). O alto coeficiente de correlação entre as variáveis peso e comprimento dos frutos decorrem da forma como os frutos e sementes se desenvolvem, tornando-as variáveis dependentes entre si.

PALAVRAS-CHAVE: Amazônia, Árvore madeireira, Feijão Bravo, biometria.

FRUITS AND SEEDS MORPHOMETRY OF *Dussia tessmannii* HARMS. (FABACEAE)

ABSTRACT: Popularly known as Feijão Bravo, *Dussia tessmannii* Harms. (Fabaceae) has a rare occurrence in Brazil, being restricted to the states of Acre and Amazonas. Its explored for its wood in other countries, thus having an economic potential. This study aimed to analyze the morphometry of *D. Tessmannii* fruits and seeds in order to contribute to the production of nursery seedlings. Fruits were collected from matrices located in the Zoobotanical Park of the Federal University of Acre, in Rio Branco, Acre. After a sanitary treatment, fruits and seeds were measured and weighed with the aid of a caliper and a digital scale with a precision of 0.01 g. Fruits and seeds values for length, width, thickness and weight were recorded. Seed weight without aryl was also recorded. The data obtained were used to perform Pearson's correlations between the variables. The fruits have an average weight of 61.96 g (SD = 14.62; CV = 23.59%), 64.98 mm in length (SD = 9.38; CV = 14.43%), 46.78 mm wide (SD = 2.56; CV = 5.47%) and 39.03 mm thick (SD = 2.14; CV = 5.47%). The seeds have an average weight of 10.80 g (SD = 1.89; CV = 17.52%), 34.41 mm in length (SD = 3.04; CV = 8.84%), 21, 93 wide (SD = 8.58; CV = 39.12%) and 17.07 mm thick (SD = 1.60; CV = 9.35%). Pearson's correlation coefficient (r) was high and positive between the variables weight and fruit length ($r = 0.9322$ and $p < 0.0001$). This high correlation coefficient is due to the way the fruits and seeds develop, making them dependent on each other.

KEYWORDS: Amazon, Timber tree, Feijão Bravo, biometry.

1 | INTRODUÇÃO

O feijão Bravo (*Dussia tessmannii* Harms. Fabaceae) é uma espécie florestal arbórea de grande porte que pode atingir até 45 m de altura e 1 m de diâmetro. É popularmente conhecida no Brasil como feijão Bravo, em outros países pode ser conhecida como caraña (Peru), frejolón (Peru), frijolón (Costa Rica), sangrillo (Costa Rica), pantoca (Equador) e churomicuna ruya (Equador) (MONGE e VEGA, 2005; CONDORI, 2012; QUISPE, 2014; FARFAN-RIOS *et al.*, 2015; GRANDTNER e CHEVRETTE, 2013).

No Brasil sua distribuição se restringe aos estados do Acre e Amazonas (PENNINGTON, 2015), mas ela encontra-se amplamente distribuída na Bolívia, Peru, Equador, Colômbia e Costa Rica, na América Central (RUDD, 1963; GRANDTNER e CHEVRETTE, 2013). Sua ocorrência é mais frequentemente em áreas de florestas primárias, tanto em terra firme, em altitudes de até 1.100 m, como em áreas alagáveis nas

margens de cursos de água.

Sua madeira possui densidade média, sendo considerada resistente e forte (RECORD e HESS, 1943), o que a torna uma espécie explorada comercialmente para fins madeireiros em outros países, mas no Brasil não é tão explorada porque aparentemente é uma espécie muito rara (RUDD, 1963). No Acre especialmente, não se tem registro de seu uso (DALY e SILVEIRA, 2008). Contudo, seu grande porte nas florestas acreanas indica que a mesma possa ter grande potencial silvicultural visando o fornecimento de madeira. Apesar disso, verifica-se na literatura a inexistência de estudos relacionados com a propagação da mesma.

Este estudo realizou a análise morfométrica de frutos e sementes de *D. Tessmannii* visando fomentar o desenvolvimento de métodos de propagação (produção de mudas) da mesma.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Os frutos foram colhidos de matrizes existentes no remanescente florestal do Parque Zoobotânico, adjacente ao Campus da UFAC em Rio Branco. A avaliação biométrica foi realizada no Laboratório de Sementes Florestais do Parque Zoobotânico (PZ) da Universidade Federal do Acre, localizado na cidade de Rio Branco (10°02'11"S; 67°47'43"W; altitude: 152 m).

Para a mensuração dos frutos, foram selecionadas 100 unidades maduras, não abertas. A pesagem foi feita em balança com precisão de 0,01 g e as medidas de comprimento e diâmetro (mm) com paquímetro digital de precisão (SANTOS *et al.*, 2018).

Dos frutos foram avaliadas as seguintes variáveis: peso total, comprimento, largura e espessura. Depois de medidos, a casca dos frutos foi retirada com o auxílio de uma faca e uma peneira de malha fina. Dos frutos despolpados foram aproveitadas 70 sementes que foram avaliadas em relação ao peso, comprimento, largura e espessura.

Os dados foram analisados no programa BioEstat 5.0. Para todas as variáveis avaliadas foram calculados os valores máximo e mínimo, média, desvio padrão (DP), coeficiente de variação (CV). O coeficiente de correlação de Pearson (r) envolveu apenas dados referentes a 70 frutos e 70 sementes.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os frutos maduros de *D. tessmannii* apresentam formato ovoide-elipsoidal, achatado lateralmente. O epicarpo é de coloração vermelho-laranja vivo e de textura aveludada. O mesocarpo é firme, seco e de coloração branca, contrastando fortemente com as sementes de coloração negra-brilhante. As sementes apresentam formato cilíndrico, com ambas extremidades suavemente truncadas (Figura 1).



Figura 1. Frutos maduros de *Dussia tessmannii* colhidos de matrizes localizadas na área do Campus da Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre.

Fonte: E. Ferreira, 2018.

Observou-se que frutos maduros *D. tessmannii* se deterioraram a partir de 2-3 dias da colheita em razão da infecção por fungos, que colonizam rapidamente as sementes, com possível reflexo em sua capacidade germinativa. Por essa razão, em caso de colheita de centenas de frutos visando a germinação das sementes para a produção de mudas, sugere-se a imediata extração das sementes e submissão das mesmas a algum tipo de tratamento antifúngico com produtos como o Hipoclorito de Sódio (NaClO) (AIMI *et al.*, 2016).

Os resultados da avaliação biométrica indicam que o peso dos frutos variou entre 45,20 e 135,30 g (média = 61.96 g; DP = 14.62; CV = 23.59%). O comprimento dos frutos oscilou entre 47,80 e 108,70 mm (média = 64,98 mm; DP = 9,38; CV = 14,43%). A largura variou entre 40,00 e 53,90 mm (média = 46,78 mm; DP = 2,56; CV = 5,47%). A espessura dos frutos variou entre 30,40 e 48,20 mm (média = 39,03 mm; DP = 2,14; CV = 5,47%).

Para as sementes se observou que o peso das mesmas com arilo aderido variou entre 2,00 e 14,80 g (média = 10,80 g; DP = 1,89; CV = 17,52%). Sementes sem arilo aderido apresentaram peso variando entre 1,30 e 10,80 g (média = 7,81 g; DP = 1,40; CV = 17,98%). O peso apenas dos arilos retirados individualmente de cada semente variou entre 0,70 e 4,50 g (média = 2,98 g; DP = 0,66; CV = 22,26%). O comprimento das sementes oscilou entre 17,90 e 38,80 mm (média = 34,41 mm; DP = 3,04; CV = 8,84%). A largura variou entre 13,80 e 91,70 mm (média = 21,93 mm; DP = 8,58; CV = 39,12%).

A espessura das sementes variou entre 6,50 e 19,30 mm (média = 17,07 mm; DP = 1,60; CV = 9,35%).

O alto coeficiente de variação observado no peso dos frutos (CV = 23,59%) indica que o lote de frutos avaliado não era homogêneo.

O coeficiente de correlação de Pearson (r) foi elevado e positivo entre as variáveis peso e comprimento dos frutos ($r = 0,9322$ e $p < 0,0001$), indicando que frutos mais pesados são também os mais compridos. Foram observados ainda coeficientes de correlação elevados e positivos entre as variáveis peso de sementes com e sem arilo e a espessura das sementes (respectivamente $r = 0,8084$ e $p < 0,0001$; $r = 0,8346$ e $p < 0,0001$). Esse resultado indica as sementes serão mais espessas independente da presença do arilo aderido às mesmas).

De acordo com Albuquerque *et al.* (2018), o estudo da biometria de frutos e sementes é fundamental para a produção de mudas, visto que são fatores que podem influenciar na germinação e no crescimento inicial de algumas espécies, por exemplo o pau-ferro (*Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. var. *Leiostachya* Benth.) que assim como *D. Tessmannii* pertence a família fabaceae, tais autores observaram que nesta espécie sementes maiores tendem a originar plântulas maiores.

Para Albuquerque *et al.* (2018), esta diferença pode ser explicada pelo fato que de sementes maiores possuem embriões mais desenvolvidos e uma maior quantidade de tecido de reserva, resultando em plantas mais vigorosas.

4 | CONCLUSÕES

Conclui-se que o alto coeficiente de correlação entre as variáveis peso e comprimento dos frutos, e peso das sementes (com e sem arilo) e sua espessura decorrem da forma como os frutos e sementes se desenvolvem fazendo com que estas variáveis sejam dependentes entre si.

Recomenda-se a realização de testes de germinação e crescimento inicial para compreender se o tamanho e o peso dos frutos e sementes pode ser uma fonte de heterogeneidade na produção de mudas de Feijão Bravo.

REFÉRENCIAS

AIMI, S. C.; ARAUJO, M. M.; MUNIZ, M. F. B.; WALKER, C. Teste de sanidade e germinação em sementes de *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 4, p. 1361-1370, 2016.

ALBUQUERQUE, K. A. D.; SANTOS, G. J. S.; MACHADO, M. A. B. L. Influência do tamanho das sementes na germinação de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. var. *leiostachya* Benth. **Revista Ouricuri**, Juazeiro, v. 8, n. 2, p. 49-57, 2018.

CONDORI, José Luis Mamani. **Stock de carbono aéreo en un bosque con pacas de terrazas altas de la Concesión de Conservación “Gallocunca”, Sector Baltimore, Distrito Tambopata, Madre De Dios – Perú.** Orientador: Mishari Rolando García Roca. 2012. 153 f. Trabalho de conclusão de curso (Ingeniería Forestal y Medioambiente) – Universidad Nacional Amazónica De Madre De Dios, Madre de Dios, 2012.

DALY, D. C.; SILVEIRA, M. **Primeiro catálogo da flora do Acre, Brasil.** Rio Branco: EDUFAC, 2008. 555 p.

FARFAN-RIOS, W.; GARCIA-CABRERA, K.; SALINAS, N.; RAURAU-QUISIYUPANQUI, M. N.; SILMAN, M. R. Lista anotada de árboles y afines en los bosques montanos del sureste peruano: la importancia de seguir recolectando. **Revista peruana de biología**, Lima, v. 22, n. 2, p. 145-174, 2015.

GRANDTNER, M. M.; CHEVRETTE, J. **Dictionary of Trees, Volume 2: South America: Nomenclature, Taxonomy and Ecology.** New York: Academic Press. 2013. 1128 p.

MONGE, R. Q.; VEGA, J. F. Actualización de listado de especies arbóreas de uso forestal y otros usos en Costa Rica. **Revista Forestal Mesoamericana Kurú**, Cartago, v. 2, n. 4, p. 44-87, 2005.

PENNINGTON, T. D. *Dussia* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro.** 2015. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB22956>. Acesso em: 25 jul. 2019.

QUISPE, Sufer Marcial Báez. **Evaluación dendrológica de Especies Forestales en un Bosque de Tierra firme en la Concesión de Conservación Gallocunca, Sector Baltimore, Distrito Tambopata, provincia Tambopata - Departamento Madre de Dios.** Orientador: Mishari Rolando García Roca. 2014. 193 f. Trabalho de conclusão de curso (Ingeniería Forestal y Medioambiente) – Universidad Nacional Amazónica De Madre De Dios, Madre de Dios, 2014.

RECORD, S. J.; HESS, W. **Timbers of the New World.** New Haven: Yale University Press, 1943. 640 p.

RUDD, V. E. The genus *Dussia* (Leguminosae). **Contributions from the United States National Herbarium**, Washington, v. 32, p. 247- 277, 1963.

SANTOS, E. A.; PINHEIRO, R. M.; FERREIRA, E. J. L. Morfometria de frutos e sementes e emergência de plântulas de *Sorocea guilleminiana* Gaudich (Moraceae). **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 171-181, 2018.

BIOATIVIDADE DE METABÓLITOS VOLÁTEIS DE *Trichoderma* spp. CONTRA *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*

Data de aceite: 03/08/2020

Data de submissão: 05/06/2020

Maria Muritiba de Oliveira

Universidade Federal do Vale do São Francisco
Petrolina- Pernambuco
<http://lattes.cnpq.br/447042504447591>

Rafael Oliva Trocoli

Instituto Federal de Educação Ciência e
Tecnologia Baiano
Senhor do Bonfim- Bahia

Universidade Federal do Vale do São Francisco
Juazeiro- Bahia
<http://lattes.cnpq.br/9443627453855564>

Pricila Fagundes Evangelista

Instituto Federal de Educação Ciência e
Tecnologia Baiano
Senhor do Bonfim- Bahia

<http://lattes.cnpq.br/2512499336482811>

Ester Doanni da Silva Ferreira Dias

Instituto Federal de Educação Ciência e
Tecnologia Baiano
Senhor do Bonfim- Bahia

<http://lattes.cnpq.br/2282316580055528>

Rozilda Pereira do Nascimento

Instituto Federal de Educação Ciência e
Tecnologia Baiano
Senhor do Bonfim- Bahia

<http://lattes.cnpq.br/7363573358268842>

Thaylanne Alcântara Matos

Instituto Federal de Educação Ciência e
Tecnologia Baiano
Senhor do Bonfim- Bahia
<http://lattes.cnpq.br/2846339175916488>

José Luiz dos Santos Silva

Instituto Federal de Educação Ciência e
Tecnologia
Guanambi- Bahia
<http://lattes.cnpq.br/3629391539324676>

RESUMO: Dentre os problemas fitossanitários de importância econômica que acometem a bananeira (*Musa* spp.), a doença maldo-Panamá, causada pelo fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc) é considerada a mais destrutiva, provocando perdas elevadas nas principais regiões produtoras. O uso de agroquímicos é ineficiente para o controle da doença, além de provocar sérios danos à saúde humana e ao meio ambiente. Tal fato justifica a necessidade de estudos alternativos destinados ao controle da doença, sobretudo bioensaios com foco no biocontrole do patógeno. Esta pesquisa avaliou a atividade de metabólitos voláteis de seis isolados de *Trichoderma* spp. contra Foc. Para o teste de bioatividade dos compostos voláteis de *Trichoderma*, foi utilizado o método de sobreposição de culturas, em que

na parte inferior das placas foi colocado o antagonista e na parte superior foi inserido o patógeno. As placas foram incubadas em BOD a 25°C e fotoperíodo de 12 horas, durante 15 dias. O crescimento micelial foi aferido, como variável resposta, em duas medidas diametralmente opostas. Os metabólitos voláteis de *Trichoderma* spp. expressaram um percentual de inibição do crescimento micelial do patógeno variando de 14,3 a 53,4%.

PALAVRAS-CHAVE: Metabólitos secundários, biocontrole, antagonismo, mal-do-Panamá, *Musa* spp.

BIOATIVIDADE DE METABÓLITOS VOLÁTEIS DE *Trichoderma* spp. CONTRA *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*

ABSTRACT: Among the phytosanitary problems of economic importance that affect the banana tree (*Musa* spp.), Panama disease, caused by the fungus *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc) is considered the most destructive, causing high losses in the main producing regions. The use of agrochemicals is inefficient to control the disease, in addition to causing serious damage to human health and the environment. This fact justifies the need for alternative studies aimed at controlling the disease, especially bioassays focusing on the pathogen's biocontrol. This research evaluated the activity of volatile metabolites of six isolates of *Trichoderma* spp. against Foc. For the bioactivity test of the volatile compounds of *Trichoderma*, the method of overlapping cultures used in which the antagonist was placed at the bottom of the plates, and the pathogen was inserted at the top. The plates incubated in BOD at 25 ° C and a 12-hour photoperiod for 15 days. Mycelial growth measured as a response variable in two diametrically opposed measurements. The volatile metabolites of *Trichoderma* spp. expressed a percentage of inhibition of the mycelial growth of the pathogen, varying from 14.3 to 53.4%.

KEYWORDS: Secondary metabolites, biocontrol, antagonism, Panama disease, *Musa* spp.

1 | INTRODUÇÃO

A banana é uma das culturas mais importantes do mundo, é a quarta maior em termos de produção e no Brasil a segunda frutícola mais cultivada. A Índia é o maior produtor mundial com 884.000 ha de área colhida, produção de 30.808 milhões de toneladas e produtividade de 34,85 t ha⁻¹, seguida pela China e Indonésia, o Brasil é o quarto maior produtor mundial com uma área colhida de 449.284 ha e produção de 6.752 milhões de toneladas e uma produtividade de 15,03 t ha⁻¹ (FAO, 2018).

A bananeira é afetada por diversos problemas fitossanitários, causados por fungos, bactérias, vírus, nematoides e insetos, sendo as principais doenças o Moko da bananeira, Sigatoka-negra, Sigatoka-amarela e o mal-do-Panamá (CORDEIRO et al., 2004; AMORIM et al., 2016). Dentre as doenças fúngicas de grande importância econômica, o mal-do-Panamá, causada pelo fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* é considerada uma das

mais destrutivas, na ausência de manejo eficiente provoca perdas elevadas, podendo até deixar o solo impróprio por mais de 20 anos (CORDEIRO et. al., 2012).

Fusarium oxysporum f. sp. *cubense* (Foc) é um fungo de solo que pode sobreviver como saprófita e forma esporos de sobrevivência, denominados clámidósporos. Estes esporos podem sobreviver na ausência do hospedeiro por vários anos, germinar e causar danos quando novos cultivos são estabelecidos (LI et al., 2013).

As bananeiras afetadas raramente produzem cachos comerciais. Sintomas nos frutos ainda não foram relatados, apesar de se conhecerem toxinas produzidas pelo patógeno, como a beauvericina e o ácido fusárico, que podem estar presentes nestas partes (LI et al., 2013). Segundo Cordeiro et al. (2005), os sintomas surgem de dois a cinco meses após a infecção e são mais facilmente observados em plantas adultas.

O mal-do-Panamá é uma doença endêmica em todas as regiões produtoras de banana do mundo. No Brasil, o problema é agravado, em função das variedades cultivadas que, na maioria dos casos, são suscetíveis. Quando ocorre em variedades altamente suscetíveis como a banana 'Maçã', provoca perdas de até 100% na produção (CORDEIRO e KIMATI, 1997). As principais formas de disseminação da doença são o contato das raízes de plantas sadias com plantas doentes, ferramentas, água de irrigação, assim como pelo homem, por animais, pela movimentação do solo e por implementos agrícolas (CORDEIRO et. al., 2012).

Métodos de controle que sejam eficientes contra o mal-do-Panamá são restritos, limitando-se às estratégias de manejo que visam a exclusão do patógeno, ou seja, a introdução da cultura em áreas livres do patógeno, e no desenvolvimento de variedades resistentes (VILJOEN, 2002). O controle químico não é eficaz para a doença, além disso, os agrotóxicos causam diversos problemas de ordem ambiental, surgimento de patógenos resistentes, efeito residual e danos à saúde humana.

Diante da crescente demanda agrícola por alternativas ecologicamente adequadas para o manejo de doenças, se faz necessário empregar medidas integradas de controle, que visem à sustentabilidade dos sistemas agrícolas, dentre as quais, o controle biológico por meio do uso de *Trichoderma* spp. que pode ser promissor no controle do mal-do-Panamá, tendo em vista os diversos mecanismos de ação desse antagonista e ausência de impactos negativos à saúde humana e ao meio ambiente.

Fungos do gênero *Trichoderma* são agentes de biocontrole bem conhecidos e extensamente utilizados contra diversos fitopatógenos, são em grande parte, notáveis produtores de antibióticos e enzimas degradadoras de parede celular de outros fungos e pela facilidade com que colonizam os diversos substratos, inclusive raízes de plantas (ROMÃO-DUMARESQ et. al., 2012; MACHADO et al., 2012). Seus vários mecanismos, atuando individualmente ou em conjunto, podem induzir efeitos supressivos sobre as doenças vegetais (HARMAN et al., 2004).

Os metabólitos voláteis produzidos por *Trichoderma* são de baixo peso molecular,

são compostos hidrofóbicos com aproximadamente 20 átomos de carbono. Essas características lhes conferem alta volatilidade à temperatura ambiente (GUO et al., 2019). O mecanismo de ação de *Trichoderma* que envolve a produção de metabólitos secundários capazes de inibir o crescimento ou a germinação de esporos do fitopatógeno alvo é denominado antibiose (CARVALHO et al., 2014).

Espécies deste gênero também atuam na ativação dos mecanismos de defesa da planta a diferentes patógenos, além de atuarem na regulação do crescimento vegetal (VINALE et al., 2008; PUÑO et al., 2011). Desse modo, o objetivo desse trabalho foi avaliar o potencial antifúngico dos metabólitos voláteis produzidos por *Trichoderma* spp. contra *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Obtenção dos isolados fúngicos

Os isolados de *Trichoderma* spp. e o isolado de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* foram obtidos na Micoteca do Laboratório de Microbiologia e Fitossanidade do IF Baiano Campus Senhor do Bonfim. Ambos os isolados de *Trichoderma* spp. e de *Fusarium* foram repicados para placas de Petri contendo meio de cultura batata dextrose ágar (BDA) e levados para incubadora BOD a 25°C e fotoperíodo 12 horas por 11 dias antes da montagem do experimento.

2.2 Avaliação do efeito dos compostos voláteis de *Trichoderma* Spp.

Para verificar a bioatividade de metabólitos voláteis de *Trichoderma* spp. utilizou-se o método de sobreposição de placas proposto por Dennis e Webster (1971) em que as bases das placas de Petri contendo meio BDA receberam no seu centro um disco de ágar de 5 mm de diâmetro contendo micélio de *Trichoderma* spp., e em outras placas foram inseridos discos de micélio de 5 mm de diâmetro de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. As bases das placas contendo antagonista e patógeno foram sobrepostas, de forma que as bases superiores foram as que continham o patógeno e na parte inferior o antagonista, por fim, as placas foram incubadas em BOD a 25°C e fotoperíodo 12 horas.

Utilizou-se delineamento experimental inteiramente casualizado com 6 tratamentos e 5 repetições. Como tratamento, foram utilizados 6 isolados de *Trichoderma* spp. em confronto com um isolado do patógeno. Como testemunha, foram utilizadas duas bases de placa de Petri contendo meio de cultura BDA na parte inferior e o patógeno na parte superior.

Quando as testemunhas se encontraram totalmente colonizadas pelo patógeno (15 dias), tomaram-se as medidas de diâmetro das colônias de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. Os valores médios de percentagens de inibição pelos metabólitos voláteis foram

obtidos a partir de duas medições diametralmente opostas do crescimento micelial do patógeno e foram calculados em relação ao crescimento da testemunha, utilizando a equação (1):

$$(1) \% \text{ inibição} = Da - \frac{Db}{Da} \times 100.$$

Onde, Da: Diâmetro da testemunha e Db: Diâmetro da colônia submetida ao tratamento.

2.3 Análise estatística

Os dados de percentual de inibição dos compostos voláteis de *Trichoderma* spp. e crescimento micelial do patógeno foram submetidos à análise de variância e posteriormente aos testes de Student-Newman-Keuls (SNK) e Tukey, respectivamente ao nível de 5% de significância, com auxílio do software Sisvar 5.7 (FERREIRA, 2011).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com o propósito de observar o efeito dos metabólitos voláteis dos isolados de *Trichoderma* spp. na redução do crescimento micelial de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, foi calculado o percentual de inibição promovido pelos compostos voláteis sobre o crescimento de Foc, que resultou em uma variação de 14,3 a 53,4% na inibição do crescimento do patógeno, sendo o isolado (TC 34) o que obteve melhor desempenho, diferindo significativamente de todos os tratamentos (Figura 1).

O isolado TC33 foi o segundo melhor, inibindo 33,4% do crescimento do patógeno, diferindo significativamente da testemunha, porém não diferiu dos isolados TC15, TC32 e TC62 que tiveram um desempenho similar; já o isolado TC30, foi o que demonstrou menor inibição do patógeno (14,3%), porém não diferindo significativamente de TC15, TC32 e TC62 (Figura 1).

O melhor desempenho demonstrado pelos compostos voláteis secretados pelo isolado TC34, pode ser explicado em parte pelo fato de ter sido isolado da mesma espécie hospedeira do patógeno, (*Musa* sp.) no entanto TC33, TC32 e TC15 também foram obtidos da mesma espécie vegetal, mas obtiveram desempenho inferior, o que é explicado pela variabilidade entre isolados de *Trichoderma*.

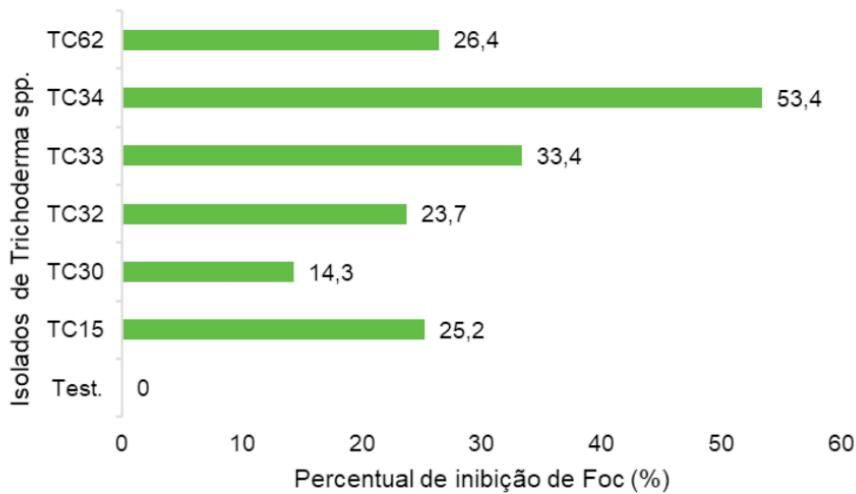


Figura1: Percentual de inibição de crescimento micelial de *Fusarium oxysporum* f.sp.cubense pelos metabólitos voláteis de *Trichoderma* spp.

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Student-Newman-Keuls (SNK) ao nível de 5% de probabilidade.

Muitos estudos tem sido conduzidos no intuito de testar os efeitos dos compostos voláteis dos fungos do gênero *Trichoderma*, com resultados variados. Em teste *in vitro*, Isaias et al. (2014) verificaram que os metabólitos voláteis produzidos pelos isolados de *Trichoderma harzianum*, *T. koningiopsis* e *T. asperellum* apresentaram inibição de crescimento micelial de *Sclerotium rolfsii* superior a 60%. Os mesmos autores testaram os metabólitos de isolados de *Trichoderma* contra *Verticillium dahliae*, e todos os isolados testados mostraram desempenho semelhante, com ação inibitória próxima a 80%.

Ao avaliar a produção de metabólitos antifúngicos de isolados de *Trichoderma* spp. no controle de *Phytophthora nicotianae*, Melo (2015) concluiu que dos 50 isolados testados, 41 foram capazes de produzir compostos voláteis que inibiram significativamente o desenvolvimento do patógeno, com percentual de inibição variando de 15 a 65%. A secreção de metabólitos e utilização eficiente de substratos tornam *Trichoderma* um dos mais bem-sucedidos colonizadores de seu habitat (SCHUSTER e SCHMOLL, 2010).

Os metabólitos voláteis produzidos pelos fungos *Trichoderma* são de baixo peso molecular, são compostos hidrofóbicos com aproximadamente 20 átomos de carbono. Essas características lhes conferem alta volatilidade à temperatura ambiente (GUO et al., 2019).

Alguns compostos voláteis sintetizados por *Trichoderma* já foram identificados, por exemplo, ácido acético, dissulfeto de dimetil, 6-pentil-a-pirona, dibenzofurano, metanotiol e outros compostos cetônicos, policetídicos e terpenóides são mencionados como inibidores de crescimento micelial de fungos fitopatogênicos (CASTILLO et al., 2011; CHEN et al., 2016; ZEILINGER et al., 2016). Estudos têm sido desenvolvidos para elucidar a maneira pela qual esses compostos agem e muitos têm demonstrado efeito também na promoção do crescimento de plantas (LEE et al., 2016; JALALI et al., 2017; NIETO-JACOBO et al.,

2017).

Resultados inferiores aos verificados neste trabalho, foram observados por Louzada et. al. (2016) que testaram a atividade de metabólitos voláteis de *Trichoderma* spp. contra *Sclerotinia sclerotiorum* e obtiveram valores médios em percentagem de inibição do crescimento micelial na faixa de 9,5 a 21,4%. Essa diferença entre espécies de *Trichoderma* na capacidade de produzir metabólitos voláteis com potencial antifúngico é normal, pois esse mecanismo não pode ser atribuído somente à espécie, e sim, a cada isolado de *Trichoderma* dentro de uma mesma espécie.

De acordo com Harman (2006), os efeitos dos isolados de *Trichoderma* spp. diferem bastante, e os benefícios são principalmente específicos para cada isolado, portanto, não é possível generalizar as habilidades de um isolado e assumir que outros da mesma espécie funcionarão igualmente bem ou oferecerão as mesmas vantagens.

O crescimento micelial de *F. oxysporum* f. sp. *cubense* submetido à ação dos metabólitos voláteis dos isolados de *Trichoderma* spp. foi avaliado e comparado com o da testemunha que consistiu do patógeno cultivado na ausência do antagonista. O crescimento das colônias variaram de 3,02 a 5,67cm, sendo que o isolado TC34 foi o que expressou efeito superior na redução do crescimento do patógeno (3,02cm), defrindo significativamente da testemunha e dos demais isolados testados (Tabela 1).

O isolado de *Trichoderma* TC33 foi o segundo melhor em produzir compostos voláteis com efeito na redução do crescimento micelial do patógeno, diferiu da testemunha, porém não diferiu significativamente dos isolados TC62, TC32, e TC15 que permitiram o patógeno crescer 4,78; 4,96 e 4,86 cm respectivamente. Já o isolado TC15 obteve inibição inferior a todos os demais isolados de *Trichoderma* spp. e não diferiu significativamente da testemunha (Tabela 1).

Identificação dos isolados de <i>Trichoderma</i> spp.	Ecologia/Origem I	Crescimento de Foc (cm) II
TC15	Epifítico / <i>Musa</i> sp.	4,86 bc
TC 30	Epifítico / <i>Annona squamosa</i>	5,67 cd
TC32	Epifítico / <i>Musa</i> sp.	4,96 bc
TC33	Epifítico / <i>Musa</i> sp.	4,33 b
TC34	Rizosférico / <i>Musa</i> sp.	3,02 a
TC62	Epifítico/ <i>Poecilnate parviflora</i>	4,78bc
Testemunha	<i>Musa</i> sp.	6,5 d

I: Ecologia e espécie hospedeira dos isolados

II: Crescimento de *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* submetido à ação dos compostos voláteis de *Trichoderma* spp.

*CV:12,23

**Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Avaliando os metabólitos voláteis de *Trichoderma*, Amin et. al. (2010) verificaram que todos os isolados produziram metabólitos voláteis tóxicos com efeito na redução do crescimento radial dos patógenos *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc), *Rizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii* e *Colletotrichum capsici*. No caso de *Fusarium oxysporum*, *T. viride* inibiu 41,88% e *T. harzianum* inibiu 35,36%. Enquanto, no caso de *Ryzoctonia solani*, *Trichoderma viride* demonstrou efeito mais eficaz na redução do crescimento micelial e produção de escleródios do patógeno com inibição de 30,58 e 65,65% respectivamente.

A síntese de compostos voláteis está associada a um dos mecanismos de ação de *Trichoderma* denominado antibiose. A antibiose, que é a inibição ou supressão do patógeno pela produção de diversas substâncias tóxicas, metabólitos voláteis e não voláteis, como os ácidos harziânico e heptelídico, e enzimas tais como alameticinas, tricholinas e glisopreninas (REINO et al., 2008).

Resultados similares ao dessa pesquisa foram encontrados por Carvalho et. al. (2011), onde verificaram que todos os isolados de *Trichoderma harzianum* testados produziram metabólitos secundários voláteis capazes de inibir o crescimento de *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli* com valores médios de porcentagem de inibição próximos a 50%.

Resultados expressivos do efeito dos metabólitos voláteis de *Trichoderma* foram relatados por Hoffman et. al. (2015), em que isolados de *Trichoderma spp.* produziram compostos voláteis que inibiram mais de 81% do crescimento de *Fusarium spp.* No trabalho de Bezerra et al. (2019), a ação dos metabólitos voláteis dos isolados de *Trichoderma spp.* CF/UENF441, CF/ UENF442, CF/UENF443, CF/UENF444, promoveram a inibição de 67,30 a 71,66% no crescimento de *Fusarium guttiforme*.

De acordo com Gruber e Seidl-Seiboth (2012), *Trichoderma* produz os compostos voláteis e enzimas hidrolíticas durante o crescimento em direção à hifa do patógeno, que ao degradar a parede celular dos patógenos ativam a expressão de genes envolvidos no micoparasitismo.

Como os fungos do gênero *Trichoderma* atuam por diferentes mecanismos de ação, pode-se então concluir que os isolados utilizados neste experimento que não apresentaram inibição significativa do patógeno podem ter uma ação mais efetiva através de outros mecanismos que não a produção de compostos voláteis antifúngicos.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo permitiu conhecer o efeito de metabólitos voláteis, uma das mais importantes estratégias de ação antagonista de *Trichoderma spp.* considerada eficaz para o controle de inúmeras doenças, bem como para promover a indução de resistência sistêmica e o crescimento em plantas.

Os resultados obtidos nesta pesquisa revelaram que entre os seis isolados testados, o isolado TC34 foi o que expressou melhor desempenho dos compostos voláteis, sendo

capazes de inibir 53,4% do crescimento de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*.

Pesquisas que busquem explorar os mecanismos de ação dos microrganismos com potencial de biocontrole, são substanciais para o aprimoramento e expansão do uso de microrganismos no controle de doenças de plantas.

Espera-se que os resultados apresentados possam contribuir para agregar conhecimento no controle biológico do mal-do-Panamá em todas as regiões produtoras de banana. Estudos futuros são necessários para identificar a nível de espécies os fungos selecionados, e avaliar a ação antagônica em condições de campo.

REFERÊNCIAS

- AMIN, F.; RAZDAN, V. K.; MOHIDDIN, F. A.; BHAT, K. A.; SHEIKH, P. A. Effect of volatile metabolites of *Trichoderma* species against seven fungal plant pathogens in-vitro. **Journal of Phytology**, New Delhi, v. 2, (10): p. 34–37, 2010.
- AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. **Manual de Fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas**. Agronômica Ceres, ed.5, v.1, p.722, São Paulo, 2016.
- BEZERRA, G. A.; MUSSI-DIAS, VICENTE.; DOS SANTOS, P. H. D.; AREDES, F. A. S.; SILVEIRA, S. F. Identificação e seleção de espécies de *Trichoderma* spp. endofíticos de bromélias de restingas como agentes de biocontrole da fusariose em frutos de abacaxi. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.45, n.2, p.172-178, 2019.
- CARVALHO, D. D. C.; MELO, S. C. M.; JUNIOR, M. L.; SILVA, M. C. Controle de *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli* in vitro e em sementes, e promoção do crescimento inicial do feijoeiro comum por *Trichoderma harzianum*. **Tropical Plant Pathology**, New York, v.36 (1), 2011.
- CARVALHO, D. D. C. et al. Biological control of *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* by *Trichoderma harzianum* and its use for common bean seed treatment. **Tropical Plant Pathology**, New York, v. 39, p. 384-391, 2014.
- CASTILLO, F. D. H.; PADILLA, A. M. B.; MORALES, G.G.; SILLER, M.C.; HERRERA, R. R.; GONZALES, C. N. A.; REYES, F. C. *In vitro* antagonist action of *Trichoderma* strains against *Sclerotinia sclerotiorum* and *Sclerotium cepivorum*. **American Journal of Agricultural and Biological Sciences**, Dubai, 6, p. 410-417, 2011.
- CHEN, J.L.; SUN, S. Z.; MIAO, C. P; WU, K.; CHEN, Y. W.; XU, L.H.; GUAN, H.L.; ZHAO, L. X. Endophytic *Trichoderma gamsii* YIM PH30019: a promising biocontrol agent with hyperosmolar, mycoparasitism, and antagonistic activities of induced volatile organic compounds on root-rot pathogenic fungi of *Panax notoginseng*. **Journal of Ginseng Research**, Seoul, V.40, p.315-324, 2016.
- CORDEIRO, Z. J. M.; MATOS, A. P.; FILHO, P. E. M. **Agência de Informação Embrapa Banana: Mal- do- Panamá**. 2012. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 30 mai. 2020.
- CORDEIRO, Z. J. M.; MATOS, A. P.; MEISSNER FILHO, P. E. Doenças e métodos de controle. In: BORGES A, L.; SOUZA, S, L. (Eds). **O cultivo da bananeira**. Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, v. 1, 1 ed., p.146-182, 2004.
- CORDEIRO, Z. J. M.; KIMATI, H. **Doenças da bananeira (Musa spp)**. In: KIMATI, H. et al. Manual de fitopatologia: Doenças de plantas cultivadas. Agronômica Ceres: São Paulo, v.2, 3 ed., p.112 -153, 1997.

CORDEIRO, Z.J.M.; MATOS, A. P.; KIMATI, H. **Doenças da bananeira** (*Musa* spp.). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. Manual de Fitopatologia. Agronômica Ceres: São Paulo, v.2, p.99-117, 2005.

DENNIS, C.; WEBSTER, J. Antagonistic properties of species-groups of *Trichoderma*. II. Production of volatile antibiotics. **Transactions British Mycological Society**, Manchester, v. 57, n. 11, p. 41-48, 1971.

FAO. **Statistics**. 2018. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 20 mai. 2020.

FERREIRA, Daniel Furtado. Sisvar: um sistema de análise estatística por computador. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), Lavras, v.35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

GRUBER, S.; SEIDL-SEIBOTH, V. Self versus non-self: fungal cell wall degradation in *Trichoderma*. **Microbiology**, London, v.158, p.26-34, 2012.

GUO, Y.; GHIRARDO, A.; WEBER, B.; SCHNUTZIER, J. P.; PHILIP BENZ, J.; ROSENKRANZ, M. *Trichoderma* Species Differ in their volatile profiles and in antagonism toward ectomycorrhiza *Laccaria bicolor*. **Frontiers in Microbiology**, Lausanne, v.10, p.1-15, 2019.

HARMAN, G. E.; HOWELL, C. R.; VITERBO, A.; CHET, I.; LORITO, M. Trichoderma species opportunistic, avirulent plant symbionts. **Nature Reviews Microbiology**, London, v. 2, p. 43-56, 2004.

HARMAN, G. E. Overview of mechanisms and uses of *Trichoderma* spp. **Phytopathology**, Saint Paul, v.96, p.190–194, 2006.

HECK, D. W.; BATISTA, I. C. A.; MIZUBUTI, E. S. G. Murcha do *Fusarium* em bananeira: desafio frente a uma nova ameaça. In: **Desafios do manejo de doenças radiculares causadas por fungos**. LOPES, U. P.; MICHEREFF, S. F. Recife: EDUFRPE, 1 ed., 208p., 2018.

HOFFMAN, C. A.; CHAGAS, L. F. B.; SILVA, D. P.; JUNIOR, A. F. C.; SCHEIDT, G. N. Potencial de antagonismo de isolados de *Trichoderma* sp. contra os isolados de *Fusarium* sp., in vitro. **Revista Verde**, Pombal, v. 10, n.1, p. 236 - 242, 2015.

ISAIAS, C. O.; MARTINS, I.; SILVA, J. B. T.; SILVA, J. P.; MELLO, S. C. M. Ação antagônica e de metabólitos bioativos de *Trichoderma* spp. contra os patógenos *Sclerotium rolfsii* e *Verticillium dahliae*. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 40, n. 1, p. 34-41, 2014.

JALALI, F.; ZAFARI, D.; SALARI, H. Volatile organic compounds of some *Trichoderma* spp. increase growth and induce salt tolerance in *Arabidopsis thaliana*. **Fungal Ecology**, 29, 67-75, 2017.

LEE, S.; YAP, M.; BEHRINGER, G.; HUNG, R.; BENNETT, W. Volatile organic compounds emitted by *Trichoderma* species mediate plant growth. **Fungal Biol. Biotechnol**, v. 3, p.1-14, 2016.

LI, C.; ZUO, C.; DENG, G.; KUANG, R.; YANG, Q.; HU, C.; SHENG, O.; ZHANG, S.; MA, L., WEI, Y.; YANG, J.; LIU, S.; BISWAS, M. K.; VILJOEN, A.; YI, G. Contamination of bananas with beauvericin and fusaric acid produced by *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. **PLoS One**, San Francisco, v.8, 2013.

LOUZADA, G. A. S.; BARBOSA, H. N.; CARVALHO, D. D. C.; MARTINS, I.; JUNIOR, M. L.; MELLO, S. C. M. Relações entre testes com metabólitos e seleção de isolados de *Trichoderma* spp. antagônicos a *Sclerotinia sclerotiorum*. **Revista Brasileira De Biociências**, Porto Alegre, v. 14, n.1, p. 9-14, 2016.

MACHADO, D. F. M.; PARZIANELLO, F. R.; SILVA, A. C. F.; ANTONIOLLI, Z. I. *Trichoderma* no Brasil: o fungo e o bioagente. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v.35, n.26, p.274-288, 2012.

MELO, Jaila Ferreira. **Avaliação de isolados de *Trichoderma* spp. para controle de *Phytophthora nicotianae*.** 2015.45 f Dissertação (Mestrado). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal, São Paulo, 2015.

NIETO-JACOBO, M. F.; STEYAERT, J. M.; SALAZAR-BADILLO, F. B.; VI NGUYEN, D.; ROSTÁS, M.; BRAITHWAITE, M.; SOUZA, J. T.; JIMENEZ-BREMONT, J. F.; OHKURA, M.; STEWART, A.; MENDOZA-MENDOZA, A. 2017. Environmental Growth Conditions of *Trichoderma* spp. Affects Indole Acetic Acid Derivatives, Volatile Organic Compounds, and Plant Growth Promotion. **Front. Plant Science**, Lousanne, v. 8, p.1-18, 2017.

PUÑO, R.; TERRAZAS, E.; ALVAREZ, T.; GIMÉNEZ, A.; MENDOZA, L.; SMELTEKOP, H.; LOZA-MURGUIA, M. Evaluación de la capacidad biocontroladora de metabólicos de *Trichoderma inhamatum*. **Journal of the Selva Andina Research Society**, La Paz, v.2, n.1, p.26-33, 2011.

REINO, J. L.; GUERRERO, R. F.; HERNÁNDEZ-GALÁN, R.; COLLADO, I. G. Secondary metabolits from species of the biocontrol agent *Trichoderma*. **Phytochemistry Reviews**, v.7, p.89-123, 2008.

ROMÃO-DUMARESQ, R. A. S.; ARAÚJO, W. L.; TALBOT, N. J.; THORNTON, C. R. RNA interference of endochitinases in the sugarcane endophyte *Trichoderma virens* 223 reduces its fitness as biocontrol agent of pineapple disease. **PLoS One**, San Francisco, v.7, ed. 47888, 2012.

SCHUSTER, A.; SCHMOLL, M. Biology and biotechnology of *Trichoderma*. **Applied Microbiology and Biotechnology**, New York, v. 87, p. 787-799, 2010.

VINALE, F.; SIVASITHAMPARAM, K.; GHISALBERTI, E. L.; MARRA, R.; SHERIDAN, L.; WOO, S. L.; LORITO, M. *Trichoderma*-plant-pathogen interactions. **Soil Biology & Biochemistry**, v.40, p.1-10, 2008.

VILJOEN, A. The status of *Fusarium* wilt (Panama disease) of banana in South Africa. **African Journal of Science**, Lynnwood, v. 98, p. 341-344, 2002.

ZEILINGER, S.; GRUBERA, S.; BANSALB, R.; MUKHERJEE, P. K. Secondary metabolism in *Trichoderma* e Chemistry meets genomics. **Fungal Biol. Rev.** v. 30, p.74-90, 2016.

COMPOSIÇÃO E DIVERSIDADE DA AVIFAUNA APREENDIDA NO SUDESTE GOIANO NO PERÍODO DE 2016 A 2019

Data de aceite: 03/08/2020

Data de submissão: 31/05/2020

Bruna Rafaella de Almeida Nunes

Universidade Federal de Goiás/RC/UFCAT
Catalão – Goiás

<http://lattes.cnpq.br/7059839395020035>

Diogo Baldin Mesquita

Centro de Triagem de Animais Silvestres – CETAS
Secretaria Municipal de Meio Ambiente de
Catalão - SEMMAC
Catalão – Goiás

<http://lattes.cnpq.br/9947580861875696>

Idelvone Mendes Ferreira

Universidade Federal de Goiás/RC/UFCAT
Catalão – Goiás

<http://lattes.cnpq.br/0109848153392647>

Thatiana Martins dos Santos Mesquita

Departamento de Fiscalização Ambiental
Secretaria Municipal de Meio Ambiente de
Catalão

<http://lattes.cnpq.br/0172921448129787>

no Brasil e em outros países. O presente trabalho buscou quantificar e identificar as espécies de aves silvestres apreendidas no Sudeste Goiano, destinadas ao Centro de Triagem de Animais Silvestres (CETAS) de Catalão (GO), bem como identificar a origem, sazonalidade das apreensões e órgãos ambientais autuantes. Foram identificados 660 espécimes de aves silvestres, distribuídas em quatro ordens, nove famílias e vinte e oito espécies. As espécies *Sicalis flaveola* (canário-da-terra) e *Sporophila angolensis* (curiô) foram as mais frequentes nas apreensões dos passeriformes, e quanto aos psitacídeos, *Brotogeris chiriri* (periquito-de-encontro amarelo) e *Psittacara leucophthalmus* (periquitão-maracanã) apresentaram maior ocorrência. Os municípios de Caldas Novas e Catalão são responsáveis pela grande parte das apreensões no Sudeste Goiano, principalmente de passeriformes. Foram contabilizadas 57 ocorrências no período do estudo, onde o ano de 2018 apresentou maior índice de apreensões (47,5%), seguido de 2017 (31,5%), e 2016 e 2019 com respectivamente 10,5% das apreensões. O número de apreensões de avifauna no Sudeste Goiano é subestimado, uma vez que a real situação de aves em cativeiro ilegal é desconhecida. Desta forma, o presente estudo visa contribuir com o levantamento das

RESUMO: O tráfico de aves silvestres é uma das principais ameaças a esse segmento da biodiversidade brasileira, proporcionando a retirada anual de milhões de indivíduos de diferentes espécies para a comercialização ilegal

espécies de aves silvestres do Sudeste Goiano e a avifauna traficada e comercializada no Estado de Goiás, oferecendo subsídios para futuras pesquisas, ações fiscalizatórias e educativas.

PALAVRAS-CHAVE: Avifauna. Apreensão. Cativeiro Ilegal. Fiscalização Ambiental. CETAS.

COMPOSITION AND DIVERSITY OF THE BIRD SPECIES SEIZED IN SOUTHEASTERN GOIAS FROM 2016 TO 2019

ABSTRACT: The traffic of wild birds is one of the main threats to this segment of the Brazilian biodiversity, providing the annual withdrawal of millions of individuals of different species for illegal trade in Brazil and other countries. This work sought to quantify and identify the species of wild birds seized in Southeastern Goiás, destined for the Centro de Triagem de Animais Silvestres (CETAS) in Catalão (GO), as well as to identify the origin, seasonality of the seizures and the environmental agencies that made the seizures. A total of 660 specimens of wild birds were identified, distributed in four orders, nine families and twenty-eight species. The species *Sicalis flaveola* (saffron finch) and *Sporophila angolensis* (chesnut-bellied seed finch) were the most frequent in the seizures of the passeriformes, and as for the psittacids, *Brotogeris chiriri* (yellow-chevroned parakeet) and *Psittacara leucophthalmus* (white-eyed parakeet) presented the highest occurrence. The cities Caldas Novas and Catalão are responsible for most of the seizures in Southeast Goiano, mainly of passeriformes. There were 57 occurrences in the study period, where the year 2018 showed the highest rate of seizures (47.5%), followed by 2017 (31.5), and 2016 and 2019 with 10.5% of the seizures, respectively. The number of bird seizures in Southeastern Goiás is underestimated, since the real situation of birds in illegal captivity is unknown. Therefore, this study aims to contribute to the survey of wild bird species in Southeastern Goiás and the bird species trafficked and traded in the State of Goiás, offering subsidies for future research, inspection and educational actions.

KEYWORDS: Avifauna. Seizure. Illegal captivity. Environmental Fiscalization. CETAS.

INTRODUÇÃO

O Brasil, diante de suas características geográficas e pela extensão de sua área, é considerado o País que apresenta a maior diversidade de espécies bióticas do Planeta, distribuídas nos seis principais ecossistemas terrestres e nos três grandes ecossistemas marinhos e suas respectivas regiões biogeográficas. Foram catalogadas mais de 103.870 espécies animais e 43.020 espécies vegetais nos Biomas Brasileiros, formados e caracterizados pelas diferentes zonas climáticas e respectivas particularidades no Brasil (MMA, 2020). Nesse contexto, a avifauna brasileira é considerada uma das mais ricas do Mundo, e corresponde a 1.834 espécies de aves, das quais 837 espécies são encontradas

no Bioma Cerrado, onde está localizado o Estado de Goiás, consequentemente a região Sudeste Goiana (ICMBIO, 2015).

Considerando a complexidade paisagística e biogeográficas desses sistemas naturais, as aves são essenciais para a manutenção dos ecossistemas, sendo responsáveis pela dispersão de sementes, polinização de flores, controle de pragas em lavouras e pastagens, além de contribuírem para a limpeza de ambientes, alimentando-se insetos e/ou de animais mortos ou em decomposição, dentre outros papéis ecológicos e/ou biogeográficos (FADINI; MARCO JR., 2004). Além disso, a capacidade de deslocamento para outras áreas é importante para a regeneração de ambientes fragmentados, considerando o seu alto potencial de dispersão de sementes e se beneficiando de macro e micronutrientes fornecidos pelas plantas e que são essenciais à sua sobrevivência (MATTER et al., 2010).

No que diz respeito as diferentes frentes de intervenção nos ambientes naturais, a diversidade da avifauna vem sendo ameaçada pelas ações antrópicas, como a fragmentação de habitats, alteração de ambientes pela supressão da vegetação, a retirada de animais silvestres da natureza para a comercialização ilegal, entre outras ações que vêm degradando o ambiente de forma acelerada e irresponsável. Assim, o tráfico de animais silvestres é a terceira maior atividade ilícita do Mundo, ficando atrás do tráfico de armas e drogas, movimentando no Brasil cerca de dois bilhões e quinhentos milhões de reais com a retirada de trinta e oito milhões de animais silvestres por ano da natureza (RENTAS, 2001). Essa agressão a fauna silvestre, em especial a avifauna, pode acarretar em modificações dos processos ecológicos, alterações das dinâmicas interespécificas e, consequentemente, redução e/ou extinção das espécies de animais e vegetais dessas áreas afetadas, como é o caso das diferentes fitofisionomias do Cerrado.

Nesse complexo sistema, não é possível mensurar, com precisão, a média de aves silvestres vítimas de tráfico no Estado de Goiás, e mesmo à nível de Brasil, uma vez que os dados relacionados às apreensões realizadas não são integrados pelos órgãos ambientais responsáveis pelas fiscalizações, e organizados em um banco de dados. Em grande parte, geralmente as espécies da avifauna apreendida é encaminhada aos Centros de Triagem de Animais Silvestres (CETAS) ou aos empreendimentos de fauna licenciados, que podem vir a contribuir com informações acerca da identificação das espécies, *status* de conservação, distribuição geográfica e origem da apreensão, entre outras informações importantes nesse processo.

Os Centros de Triagem de Animais Silvestres (CETAS) são unidades responsáveis pela recepção, triagem, reabilitação e destinação dos animais silvestres apreendidos pelos órgãos de fiscalização, resgatados ou entregues espontaneamente (CONAMA, 2018). O Estado de Goiás possui dois CETAS, um em Goiânia, pertence a Superintendência do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA), e um em Catalão, vinculado à Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMMAC), sob a administração da Prefeitura Municipal.

Estudos relacionados ao tráfico de animais no Estado de Goiás foram desenvolvidos

por Carneiro e Silva (2017), cujo objetivo foi identificar as espécies de aves apreendidas pela Polícia Militar Ambiental de Goiás, no ano de 2017. Avelar, Silva e Baptista (2015) quantificaram e qualificaram os animais silvestres apreendidos durante o ano 2011, e Silva et al. (2019) realizaram um diagnóstico da avifauna silvestre recolhida (por apreensões, entregas espontâneas ou resgates) e encaminhadas ao CETAS de Goiânia. Bastos et al. (2008) buscaram caracterizar as espécies da fauna silvestre apreendidas no Estado de Goiás entre 1997 e 2005, visando identificar as espécies ameaçadas de extinção, quantificação dos grupos mais apreendidos e conhecer a destinação dada aos espécimes. Contudo, são trabalhos isolados e que não estão reunidos em Banco de Dados específico sobre os resultados alcançados.

Considerando a importância da divulgação das informações que podem servir de subsídio para as ações de conservação da biodiversidade no Estado, o presente estudo pretendeu quantificar e identificar as espécies de aves silvestres apreendidas na região do Sudeste Goiano, encaminhadas ao CETAS de Catalão, bem como identificar a origem, sazonalidade das apreensões e os órgãos ambientais autuantes. Assim, esse trabalho poderá contribuir para o levantamento de espécies de aves silvestres frequentemente vítimas de cativeiro ilegal, e consequente apreensões no Estado de Goiás, principalmente na Região Sudeste.

DESENVOLVIMENTO E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado com base nos dados do Centro de Triagem de Animais Silvestres – CETAS de Catalão, que desde sua implantação, no ano de 2008, está localizado área da Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Catalão (SEMMAC). O CETAS possui a finalidade de receber, triar, reabilitar e destinar os animais silvestres oriundos de ações fiscalizatórias, resgates ou entregas espontâneas de toda a região do Sudeste Goiano, e mesmo de todo o Estado de Goiás.

Através de pesquisa documental, foram analisados os *REGISTROS DE AVES SILVESTRES APREENDIDAS* pelo Departamento de Fiscalização Ambiental de Catalão – DFA (SEMMAC), Polícia Militar Ambiental de Goiás, representada pela 3^a CIA - 1º BPMA – Caldas Novas, Polícia Civil do Estado de Goiás e Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás – 10º Batalhão Bombeiro Militar de Catalão, nos anos de 2016 a 2019, vítimas de cativeiros ilegais e tráficos de animais no Sudeste Goiano. As informações referentes as apreensões foram registradas nos Termos de Destinação Sumária, emitidos pelo DFA-SEMMAC, pelo Registro de Atendimento Integrado (RAI), emitido pela Polícia Militar Ambiental, bem como pelo Termo de Depósito, emitido pela Polícia Civil.

As informações solicitadas/contidas nos termos dos Órgãos fiscalizadores são geralmente relacionadas a descrição e quantidades de espécimes apreendidos. Ao

registrar a entrada dos animais silvestres no CETAS, constam no Livro de Registro do CETAS Catalão informações como espécie, origem, número de indivíduos, sexo, idade aproximada, condições físico/clínicas e comportamento. Já o banco de dados gerais do CETAS conta com todas as informações anteriores, como também informações acerca do táxon (ordem, família, espécie) e destinação do espécime, após reabilitação, quando for o caso.

No banco de dados foram analisadas todas as informações no Programa Microsoft Excel 2019, utilizando a filtragem das variáveis qualitativas e quantitativas para a análise dos dados e demais informações específicas. Quanto a identificação e nomenclatura científica das aves silvestres apreendidas, bem como o *status* de conservação da espécie, consultou-se a Lista das Aves do Brasil, publicada pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos – CBRO, na 11^a edição (2014).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

No período de 2016 a 2019, os Órgãos competentes de fiscalização ambiental do Estado de Goiás e/ou de Municípios com estrutura adequada para o fim, apreenderam em diferentes Municípios do Sudeste Goiano, 660 aves silvestres pertencentes a quatro ordens, nove famílias e vinte e oito espécies (Tabela 1).

ESPÉCIES	NOME COMUM	Nº ESPÉCIMES
<i>Alipiopsitta xanthops</i>	Papagaio-galego	2
<i>Amazona aestiva</i>	Papagaio-verdadeiro	13
<i>Amazona amazonica</i>	Papagaio-do-mangue	2
<i>Ara ararauna</i>	Arara-canindé	2
<i>Brotogeris chiriri</i>	Periquito-de-encontro-amarelo	22
<i>Cacicus cela</i>	Xexéu	1
<i>Cyanoloxia brissonii</i>	Azulão	1
<i>Eupsittula aurea</i>	Periquito-rei	3
<i>Gnorimopsar chopi</i>	Pássaro-preto	15
<i>Icterus pyrrhopterus</i>	Encontro	3
<i>Paroaria dominicana</i>	Cardeal-do-Nordeste	2
<i>Psittacara leucophthalmus</i>	Periquitão-maracanã	22
<i>Ramphastos toco</i>	Tucano-toco	6
<i>Ramphocelus bresilius</i>	Tiê-sangue	1
<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavião-carijó	1
<i>Saltator similis</i>	Trinca-ferro	3
<i>Sicalis flaveola</i>	Canário-da-terra-verdadeiro	482
<i>Spinus magellanicus</i>	Pintassilgo	2
<i>Sporophila angolensis</i>	Curió	30
<i>Sporophila boureuil</i>	Caboclinho	1
<i>Sporophila caerulescens</i>	Coleirinho	13
<i>Sporophila lineola</i>	Bigodinho	9

<i>Sporophila maximiliani</i>	Bicudo	3
<i>Sporophila nigricollis</i>	Baiano	9
<i>Sporophila plumbea</i>	Patativa	5
<i>Thraupis sayaca</i>	Sanhaço-cinzento	1
<i>Turdus rufiventris</i>	Sabiá-laranjeira	5
<i>Zonotrichia capensis</i>	Tico-tico	1

Tabela 1: Espécies de aves silvestres apreendidas no período de 2016 a 2019, no Sudeste Goiano.

Os dados da Tabela 1 destacam que *Sicalis flaveola* (canário-da-terra-verdeiro) foi a espécie mais abundante do presente nos termos de recebimento no CETAS. Em seguida, *Sporophila angolensis* (curió), *Brotogeris chiriri* (periquito-de-encontro-amarelo) e *Gnorimopsar chopi* (pássaro-preto) apresentaram maior frequências. Resultados semelhantes foram encontrados nos trabalhos de Bastos et al. (2008) e Avelar, Silva e Baptista (2015), cujas pesquisas foram realizadas em Goiás, especificamente na Divisão de Fiscalização da Superintendência do IBAMA, Polícia Militar Ambiental e no CETAS/IBAMA de Goiânia.

A ordem que apresentou maior diversidade em espécies foi a dos Passeriformes, representando 89% das apreensões de avifauna, seguido pelos Psitaciformes, com 10% das ocorrências. As ordens Piciformes e Accipitriformes apresentaram apenas uma espécie cada, correspondendo juntas a 1% das apreensões realizadas. Os Piciformes são representados pelo *Ramphastos toco* (tucano-toco) e os Accipitriformes pelos Rapinantes, o *Rupornis magnirostris* (gavião-carijó).

Os Psitaciformes foram representados por *Brotogeris chiriri* (periquito-de-encontro-amarelo), *Psittacara leucophthalmus* (periquitão-maracanã), *Amazona aestiva* (papagaio-verdeiro), *Alipiopsitta xanthops* (papagaio-galego), *Amazona amazonica* (papagaio-domangue) e *Ara ararauna* (arara-canindé). Os Psitacídeos são as aves mais populares e procuradas regionalmente como animal de estimação, em virtude de suas características sociais, habilidade em reproduzir a voz humana, além da inteligência, beleza e docilidade (RENCTAS, 2002).

No que diz respeito às famílias, a Thraupidae, cujos indivíduos são conhecidos popularmente como tiês, é a mais significativa com 39% das espécies; seguida de Psittacidae com 25% (araras, papagaios, periquitos); Icteridae com 11% (iraúnas); Cardinalidae com 7% (azulão); Turdidae (sabiás), Passerellidae (tico-ticos), e Ramphastidae (tucanos) com 4%; e Accipitridae (aves de rapina) e Fringillidae (pintassilgos) representando 3% das espécies. A família Thraupidae é composta por espécies que apresentam plumagem colorida e são consideradas canoras, além de possuírem capacidades de interação social, atraindo a cobiça de criadores e colecionadores (ALVES et al., 2013).

A espécie *Sicalis flaveola*, conhecido como canário-da-terra-verdeiro, é comumente comercializada e utilizada como pássaro-de-briga nas rinhas organizadas por criadores e

tradicantes de aves silvestres, mantendo o fluxo contínuo de pássaros ilegais. Uma outra espécie bastante cobiçada, e é constante nas apreensões, é o *Sporophila angolensis* (curió), muito utilizado em campeonatos de cantos (COSTA et al., 2018).

As apreensões decorrentes de ações fiscalizatórias foram realizadas pelo DFA-SEMMAC, Polícia Militar Ambiental e Polícia Civil de Goiás. A Polícia Militar Ambiental foi responsável por 67% das apreensões, seguida do DFA-SEMMAC com 32%, e a Polícia Civil apresentando 1% das apreensões. Quanto aos Municípios em que ocorreram as apreensões, pode-se destacar Caldas Novas e Catalão. Em seguida, vem os municípios de Davinópolis, Ipameri, Pires Belo, Pires do Rio, Corumbaíba e Morrinhos, conforme ilustrado no Gráfico 1.

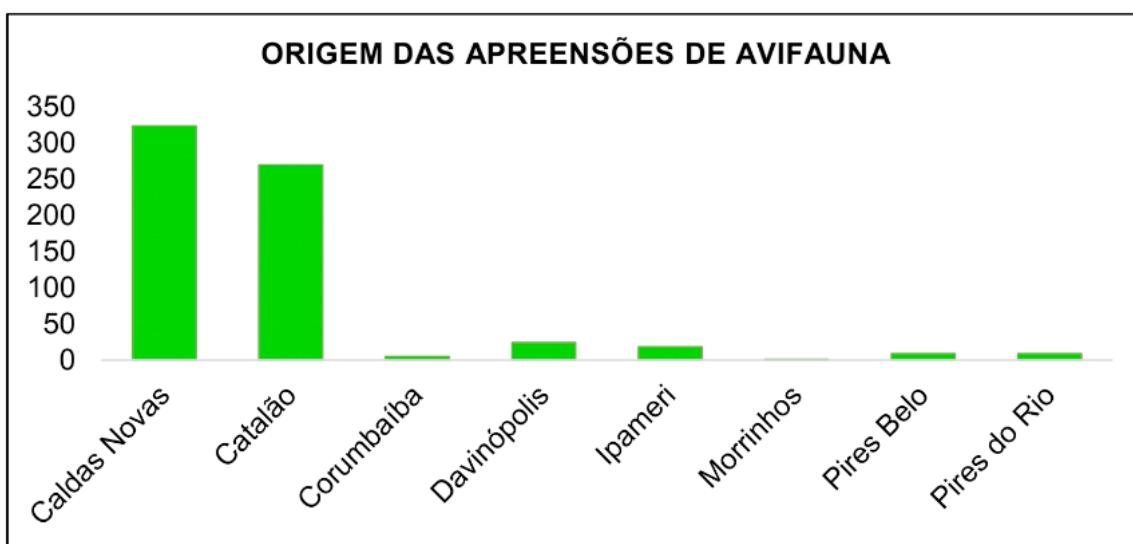


Gráfico 1: Origem das apreensões de aves silvestres nos anos de 2016 a 2019.

Especificamente em Catalão, entre os anos de 2016 e 2019 foram apreendidas um total de 210 espécimes, distribuídos em vinte e dois pontos de origem, classificados pelos Bairros diversos correspondentes, em propriedades na zona rural, além dos locais não identificados no Registro. O canário-da-terra obteve o maior número de registros, sendo comumente utilizado em rinhas e vítima do tráfico de animais, de acordo com observações adicionais nos Registros de Entrada do CETAS Catalão.

Os bairros que apresentaram maior abundância de espécimes nas apreensões realizadas pelo DFA-SEMMAC foram Bairro Vila Chaud, Setor Central, Bairro São Francisco, Zona Rural, Bairro Monsenhor Souza, sendo que o Bairro Primavera, foi o único local que apresentou ocorrências em todos os anos do estudo (Gráfico 2). As apreensões no Município foram, em grande parte, decorrentes de denúncias relacionadas ao cativeiro e posse ilegal de aves, bem como resultado de ações de fiscalização da Polícia Militar em combate ao tráfico de drogas e de ações do DFA-SEMMAC.

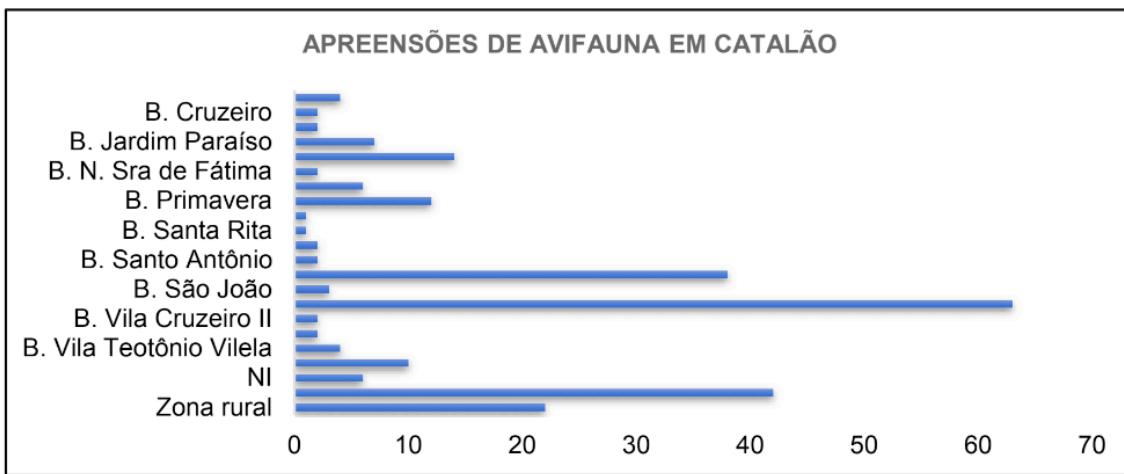


Gráfico 2: Apreensão de aves silvestres em bairros de Catalão (GO), destinadas ao CETAS de Catalão – 2016 a 2019.

Foram analisadas todas as apreensões de avifauna realizadas no Sudeste Goiano nos anos de 2016 a 2019, destinadas ao CETAS de Catalão-GO, contabilizando um total de 57 ocorrências resultantes de apreensões de espécimes. O mês de dezembro foi o mês em que mais ocorreram apreensões, seguido pelo mês de outubro e fevereiro. Em contraste, o período com menor ocorrência foi no mês de maio e abril (Gráfico 3). No gráfico 4, observa-se que o ano de 2018 apresentou o maior número de apreensões (47,5%), seguido de 2017 (31,5), e 2016 e 2019 apresentando 10,5% das apreensões.

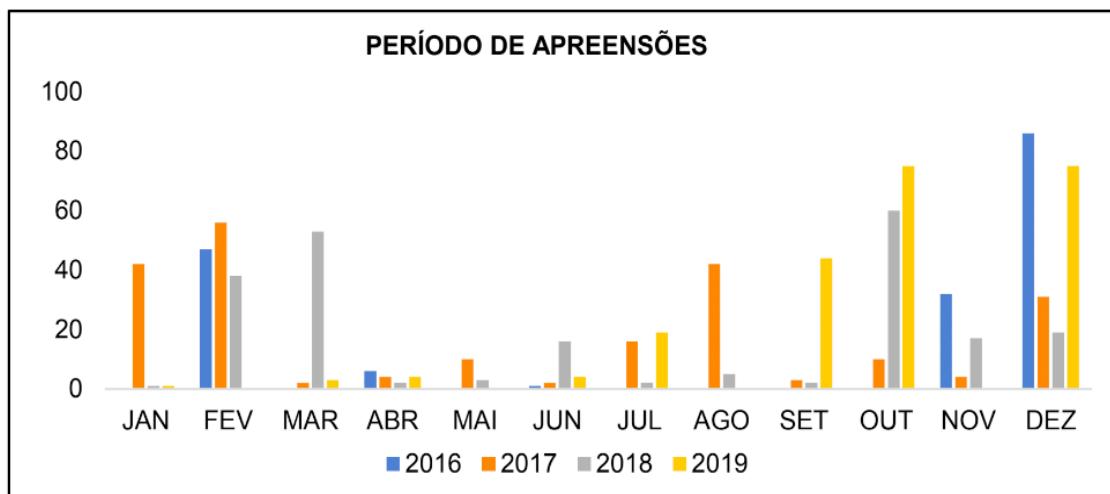


Gráfico 3: Período de ocorrências das apreensões de espécimes da avifauna, destinadas ao CETAS de Catalão (GO).

No que se refere ao período de maior ou menor ocorrência de apreensões de pássaros, Prado e Malheiros (2008), consideram que a frequência das ações fiscalizatórias pode estar relacionada a falta de investimentos financeiros que visem o combate ao tráfico ilegal, ausência ou má estruturação dos centros de recebimento de fauna apreendida aliada à desorganização dos Órgãos Governamentais, cuja omissão provoca perdas e prejuízos à biodiversidade do Cerrado Goiano. Esses aspectos podem ainda ser relacionados com o

quadro técnico deficitário, ausência de concursos e reposição de profissionais, períodos intensos de fiscalização, como a piracema e apoio para outras unidades operacionais.

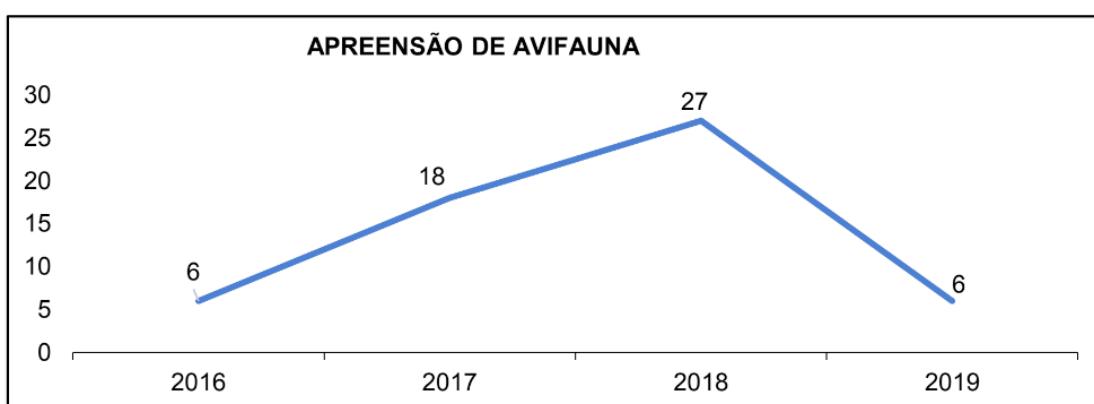


Gráfico 4: Número de apreensões de espécimes da avifauna realizadas no Sudeste Goiano nos anos de 2016 a 2019, destinadas ao CETAS Catalão (GO)

Todas as aves encaminhadas foram avaliadas pelo Médico Veterinário e Biólogo do CETAS Catalão, quando as condições clínicas podem ser classificadas como *Aparentemente Saudável*, quando não apresentam alterações físicas, clínicas e neuromotoras. Já os *Indivíduos Enfermos*, situações em que apresentam lesões, tumores, fraturas visíveis, bem como letargia e apatia, além dos animais que vieram a Óbito durante o transporte, também são registrados.

A análise dos dados apontou que 96% das aves encaminhadas ao CETAS Catalão são classificadas como *Aparentemente Saudável*, 2% apresentaram corte nas rêmiges. Entretanto, apresentavam-se aparentemente saudáveis. As aves vítimas de maus tratos, por vezes, não recebem alimentação e condições adequadas de manejo, contraindo patógenos e apresentando imunidade baixa, contabilizando 1% dos *Especímenes Enfermos*. Alguns pássaros não resistem a manutenção inadequada e durante o transporte vêm a Óbito, resultando em 1% das condições.

Dentre as 28 (vinte e oito) espécies identificadas no presente estudo, duas espécies não apresentam distribuição para o Estado de Goiás e no Bioma Cerrado, como *Paroaria coronata*, (cardeal-do-nordeste), ave endêmica do Sertão Nordestino e o *Ramphocelus bresilius*, mais conhecido como tiê-sangue, ave de vermelho escarlate endêmico da Mata Atlântica, ocorrendo desde a Paraíba a Santa Catarina (SICK, 1997; FRISCH; FRISCH, 2005).

A ocorrência de espécies de outras áreas de distribuição em áreas do Cerrado Goiano pode estar relacionada, principalmente, as ações antrópicas, através da comercialização e tráfico ilegal de animais silvestres. As aves são facilmente confinadas em pequenos espaços/cativeiros, facilitando o transporte dos indivíduos para as diversas regiões do País (RENCTAS, 2001). A introdução de espécies nativas de outros Biomas do Brasil

pode interferir diretamente na dinâmica biogeográfica das espécies da biota, mais especificamente da fauna e flora dessa região, ocasionando alterações nos ecossistemas, declínio e/ou extinção de espécies em pequena ou grande escala, alterando a dinâmica da paisagem local/regional.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O número de apreensões de espécimes da avifauna no Sudeste Goiano é subestimado, uma vez que a real situação de aves em cativeiro ilegal é, de fato, desconhecida. A preferência pelos Passeriformes e Psitaciformes, descrita na literatura, corrobora com os dados desse estudo, bem como nos outros estudos realizados em Goiânia, através dos dados cedidos pelo IBAMA e pelo CETAS/IBAMA.

Foram identificadas no período de quatro anos, 660 espécimes da avifauna silvestre brasileira, vinte e oito espécies distribuídas em quatro Ordens e nove Famílias. As espécies de Passeriformes, apreciadas pelo canto e beleza da plumagem como *Sicalis flaveola* e *Sporophila angolensis*, foram mais abundantes em espécimes nos anos de estudo, proveniente principalmente dos municípios de Caldas Novas e Catalão. Os representantes dos Psitaciformes foram *Brotogeris chiriri* e *Psittacara leucophthalmus*, comumente mantido em cativeiros e posse ilegal, considerado como animal de estimação, e apresentando corte das penas das asas para evitar fugas.

Os órgãos de fiscalização ambiental, no âmbito Municipal e Estadual, exercem um papel importante no combate ao tráfico, cativeiro e posse ilegal de animais silvestres em todo o Estado de Goiás, visto que utilizar espécimes da fauna silvestre, sem a devida autorização da autoridade competente, ou em desacordo com a autorização obtida, é crime ambiental tipificado no Artigo 29 da Lei de Crimes Ambientais (Lei Federal nº 9.605/1998).

A participação da população é essencial na identificação dos crimes ambientais relacionados a fauna silvestre, considerando que é através das denúncias é que são realizadas as abordagens necessárias para a constatação dos fatos relatados, lavratura de autos de infração, bem como a apreensão e recolhimento de todos os espécimes de origem ilegal.

Ações de Educação Ambiental, principalmente no ambiente escolar, podem ser fundamentais para o combate ao tráfico de animais e consequente apreensão da avifauna brasileira, visto que é importante considerar que muitos infratores ainda alegam desconhecer que a retirada ou venda de animais da natureza é ilegal, tipificado como crime ambiental, e isso pode ser evidenciado em diversas regiões do País. Além disso, a Educação Ambiental pode ser um elo mediador e eficaz, capaz de motivar e sensibilizar as pessoas acerca das questões ambientais e sociais, e as implicações decorrentes das intervenções antrópicas nos ambientes e respectivas paisagens.

Nesse contexto, considera-se que os CETAS são unidades de extrema importância

para o recebimento, reabilitação e destinação das espécimes da fauna brasileira vítimas de cativeiro, hora feridos, mutilados, queimados, atropelados, entre outras condições físicas e sanitárias, provenientes de ações de fiscalização ambiental, além de fornecer informações sobre a fauna local e/ou regional. Este trabalho visa contribuir para o conhecimento das espécies de aves silvestres do Sudeste Goiano, consequentemente do Cerrado, e a avifauna traficada e comercializada no Estado de Goiás, oferecendo subsídios para futuras pesquisas, ações fiscalizatórias e/ou educativas, tanto em nível Governamental como de investimentos privados na conservação da biodiversidade da região, sendo o CETAS Catalão uma unidade fundamental nesse processo.

Cabe, ainda, ressaltar que o Poder Público, em seus diferentes níveis gerenciais, deve implementar políticas de combate ao cativeiro e tráficos de espécies da avifauna, com atividades mais diretas e eficazes, e que possam coibir essa prática perniciosa, associado à Programas de Educação Ambiental, visando reeducação da população humana da região.

REFERÊNCIAS

- ALVES, Rômulo Romeu Nóbrega; LIMA José Ribamar de Farias; ARAUJO, Helder Farias. **The live bird trade in Brazil and its conservation implications: an overview**. Bird Conservation International. doi:10.1017/S095927091200010X. v. 1, n. 23, p. 53-65, 2013.
- AVELAR, Erica Rodrigues de; SILVA, Rafael da; BAPTISTA; Luiz Alfredo Martins Lopes. Ameaças à Sobrevivência de Animais Silvestres no Estado de Goiás. **Revista Uniciências**. v. 19, n. 2, p.132-140, 2015.
- BARBOSA, Altair Sales. et al. **O piar da Juriti Pepena**. Narrativa ecológica da ocupação humana do Cerrado. Goiânia: Ed. PUC Goiás, 2014.
- BASTOS, Lillian Freitas, et al. Apreensão de espécimes da fauna silvestre em Goiás – Situação e Destinação. **Revista De Biologia Neotropical/Journal of Neotropical Biology**, v.5. n. 2. p. 51-63.2008. doi.org/10.5216/rbn.v5i2.9822. Disponível em <https://revistas.ufg.br/RBN/article/view/9822>. Acesso em: 01 mai. 2020.
- BRASIL. Lei Nº 9.605, de 12 de Fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Brasília, DF. 1998. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm. Acesso em 05 mai. 2020.
- BRAZ, Vivian da Silva; HASS, Adriani. Aves endêmicas do Cerrado no Estado de Goiás. **FRONTEIRAS: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, Anápolis, Goiás, v.3, n.2, jul.-dez, p.45-54, 2014.
- CARNEIRO, Jorge Augusto Petri; SILVA, Gabriel Eliseu. **Diagnóstico das aves silvestres apreendidas pela Polícia Militar de Goiás que deu entrada no Centro de Triagem de Animais Silvestres em 2017**. Disponível em <http://dspace.pm.gov.br:8080/pmgov/handle/123456789/1603>. Acesso em: 01 mai. 2020.
- COMITÊ BRASILEIRO DE REGISTROS ORNITOLÓGICOS (CBRO). **Lista das aves do Brasil**. 11^a ed. 2014. Disponível em http://www.cbro.org.br/PDF/avesbrasil_2014jan1.pdf. Acesso em 01 mai. 2020.

COSTA, Fábio José Viana, et al. Espécies de Aves Traficadas no Brasil: Uma Meta-Análise com Ênfase nas Espécies Ameaçadas. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**. v.7. n. 2.p. 324-346, 2018. Disponível em <http://periodicos.unievangelica.edu.br/index.php/fronteiras/article/view/2168/2304>. Acesso em 01 mai. 2020.

COSTA, Fábio José Viana; MONTEIRO, Kellen Rejane Gomes. **Guia de Identificação de Aves Traficadas no Brasil**. Florianópolis: Beconn, Produção de Conteúdo, 200p. 2016.

FADINI, Rodrigo Ferreira; MARCO JR, Paulo de. Interações entre aves frugívoras e plantas em um fragmento de Mata Atlântica de Minas Gerais. **Ararajuba, Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 12, n. 2. p. 97-103, 2004.

FERREIRA, Idelvone Mendes. Paisagens do Cerrado: um estudo do Subsistema de Veredas. In: GOMES, H. (Coord.). **Universo do Cerrado**. Goiânia: UCG, 2008. v.1. p. 79-164.

FRISCH, Johan Dalgas; FRISCH, Christian Dalgas. **Aves Brasileiras e plantas que as atraem**. Editora Dalgas Ecoltec, 3 Edição, 660p, 2005.

GWYNNE, John A, et al. **Aves do Brasil**: Pantanal e Cerrado. São Paulo: Editora Horizonte, 322p, 2010.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBio). **Sumário Executivo do Plano de Ação Nacional para a Conservação das Aves do Cerrado e Pantanal**. Disponível em <https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-pan/pan-aves-do-cerrado-e-pantanal/1-ciclo/pan-aves-do-cerrado-pantanal-sumario.pdf>. Acesso em 01 mai. 2020.

JUNQUEIRA, Viviane; NEIMAN, Zysman. **Educação Ambiental e Conservação da Biodiversidade**. Barueri: Editora Manole Ltda, 1ª Edição. 318p, 2007.

MARINI, Miguel Ângelo; GARCIA, Frederico I. Conservação de aves no Brasil. **Megadiversidade**. v. 1, n. 1, p. 95-102, 2005. Disponível em https://www.researchgate.net/publication/268975009_Conservacao_de_aves_no_Brasil. Acesso em 30 abr. 2020.

MATTER, Sandro Von, et al. **Ornitologia e Conservação - Ciência Aplicada, Técnicas de Pesquisa e Levantamento**. Rio de Janeiro: Technical Books Editora. 1 edição. 516p. 2010.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Resolução CONAMA Nº 489, de 26 de outubro de 2018. Define as categorias de atividades ou empreendimentos e estabelece critérios gerais para a autorização de uso e manejo, em cativeiro, da fauna silvestre e da fauna exótica. Seção 01, Página 117. Disponível em <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=738>. Acesso em: 30 abr. 2020.

PRADO, Lucas Araujo; MALHEIROS, Roberto. A perda da biodiversidade do cerrado goiano mediante o tráfico ilegal de fauna silvestre. In. **III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**. Goiânia (GO). 2012. Disponível em <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2012/VI-054.pdf>. Acesso em 01 mai. 2020.

REDE NACIONAL DE COMBATE AO TRÁFICO DE ANIMAIS SILVESTRES (RENCTAS). **1º Relatório Nacional sobre o Tráfico de Fauna Silvestre**. Disponível em http://www.renctas.org.br/wp-content/uploads/2014/02/REL_RENCTAS_pt_final.pdf. Acesso em 01 mai. 2020.

RIBEIRO, Jose Felipe; WALTER, Bruno Machado Teles. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M. (Edit.); ALMEIDA, S. P. de. (Ed.); RIBEIRO, J. F. (Ed.). **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 153-212.

RIBEIRO, José Felipe. **Cerrado: Matas de Galeria**. Planaltina: EMBRAPA - CPAC, 1998.

RIZZINI, Carlos Toledo. Sobre alguns aspectos do Cerrado. **Boletim Geográfico**, Rio de Janeiro, v. 29, n. 218, p. 48-66, 1970.

ROCHA, Camila, et al. Caracterização da avifauna em áreas de cerrado no Brasil Central. **Acta Biológica Catarinense**, v. 2, n. 2, p. 49-63. 2015. Disponível em <http://periodicos.univille.br/index.php/ABC/article/download/202/193>. Acesso em 30 abr. 2020.

SANO, Sueli Matiko; ALMEIDA, Semiramis Pedrosa de; RIBEIRO, Jose Felipe. (Edit.). **Cerrado. Ecologia e Flora.** Brasília: Embrapa Informações Técnicas, 2008. Vol. 1 e 2.

SICK, Helmunt. **Ornitologia Brasileira.** Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 862 p. 1997.

SILVA, Gabriel Eliseu, et al. Diagnóstico sobre a avifauna recolhida no Estado de Goiás entre 2013 e 2017. **Revista Brasileira de Estudos de Segurança Pública.** V. 12. N. Especial. p. 33-41, 2019. <https://doi.org/10.29377/rebesp.v12iEspecial.430>. Disponível em <https://revista.ssp.go.gov.br/index.php/rebesp/article/view/430>. Acesso em 01 mai. 2020.

SOUSA, Leandro Oliveira de; COSTA, Gilvan Gonçalves. Tráfico de aves silvestres e atuação da Polícia Militar de Goiás. Disponível em <http://dspace.pm.go.gov.br:8080/pmgo//handle/123456789/1612>. Acesso em 01 mai. 2020.

TROPPMAIR, Helmut. **Biogeografia e Meio Ambiente.** Rio Claro: Edição do Autor, UNESP, 1987.

BORBOLETAS (LEPIDOPTERA: PAPILIONOIDEA) DA RESERVA PARTICULAR DO PATRIMÔNIO NATURAL ESTAÇÃO VERACEL, PORTO SEGURO, BAHIA

Data de aceite: 03/08/2020

Data de submissão: 20/07/2020

Gabriel Vila-Verde

Universidade Federal do Sul da Bahia
Porto Seguro - BA
<https://orcid.org/0000-0001-5290-7171>

Diego Rodrigo Dolibaina

Universidade Federal do Paraná
Curitiba - PR
<https://orcid.org/0000-0001-5258-3787>

Olívia Maria Pereira Duarte

Universidade Federal do Sul da Bahia
Porto Seguro - BA
<https://orcid.org/0000-0003-0480-2054>

Márlon Paluch

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Cruz das Almas - BA
<https://orcid.org/0000-0002-4117-6112>

uma lista de espécies de borboletas de uma área no Corredor Central da Mata Atlântica, a Reserva Particular do Patrimônio Natural Estação Veracel, município de Porto Seguro, Bahia, Brasil. As coletas ativas com rede entomológica foram realizadas ao longo de trilhas preexistentes na reserva entre maio de 2019 e abril de 2020, com um esforço amostral de 144 h. Para a coleta passiva de borboletas frugívoras foram utilizadas armadilhas *Van Someren Rydon* entre outubro de 2019 a março de 2020, totalizando 90 dias de amostragem. No total 235 espécies foram registradas, sendo Nymphalidae a família mais rica com 79 espécies, seguida de Hesperiidae (73 spp.), Riodinidae (42 spp.), Lycaenidae (30 spp.), Pieridae (9 spp.) e Papilionidae (2 spp.). A família Hedyliidae não foi registrada. A maioria das espécies registradas é generalista típica de áreas abertas. Entretanto, espécies de distribuição mais restrita foram encontradas, como *Tarsocetus papias* (Hewitson, 1857) e *Euselasia kartopus* Stichel, 1919, ambos são novos registros para a região Nordeste, assim como outros táxons de Hesperiidae, Riodinidae, Nymphalidae e Lycaenidae.

PALAVRAS-CHAVE: Conservação; Mata de Tabuleiro; inventário; riqueza de espécies.

RESUMO: A Mata Atlântica do sul da Bahia é reconhecida como uma área de alto endemismo e grande diversidade de espécies, entretanto, o conhecimento sobre a sua riqueza de borboletas é incipiente. Nesse mesmo contexto, encontramos a maioria das unidades de conservação brasileiras. Dessa forma, o presente trabalho tem o objetivo de apresentar

**BUTTERFLIES (LEPIDOPTERA: PAPILIONOIDEA) OF THE PRIVATE RESERVE OF
NATURE HERITAGE ESTAÇÃO VERACEL, PORTO SEGURO, BAHIA**

ABSTRACT: The Atlantic Forest in the south of Bahia is considered an area of high endemism and great diversity of species, however, the knowledge about its richness is incipient. In this context, most of the Brazilian conservation units are found. The present study objective to produce a checklist of butterfly species from an area on the Atlantic Forest central corridor, the Private Reserve of Natural Heritage Estação Veracel, municipality of Porto Seguro, Bahia, Brazil. The samples with entomological net were carried along trails pre-existent in the reserve from May 2019 to April 2020, totaling 144 hours of sampling effort. Fruit-feeding butterflies were sampled by using Van Someren Rydon traps from October 2019 to March 2020. A total of 235 species was recorded, being Nymphalidae the richest family with 79 species, followed by Hesperiidae (73 spp.), Riodinidae (42 spp.), Lycaenidae (30 spp.), Pieridae (9 spp.) and Papilionidae (2 spp.). The family Hedylidae was not recorded. Most of the recorded species is generalist, typical of open areas. However, species of range of distribution more restrict too were found, such as *Tarsocetus papias* (Hewitson, 1857) and *Euselasia kartopus* Stichel, 1919, both new records for the Northeastern Brazil, as well as many other taxa of Hesperiidae, Riodinidae, Nymphalidae and Lycaenidae.

KEYWORDS: Conservation; inventory; Tabuleiro Forest; species richness.

1 | INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica é um bioma bastante heterogêneo, com especial riqueza de espécies e alta taxa de endemismos, se estendendo por uma ampla faixa latitudinal no Brasil (SILVA, 2017). De acordo com Ribeiro et al. (2009), antes de sofrer intensa degradação, a Mata Atlântica cobria toda a costa leste do Brasil e ocupava aproximadamente 150 milhões de hectares, dos quais se estima a conservação de 11,4 % a 16 % deste total. Contudo, dados mais recentes sugerem que ainda existam 32 milhões de hectares ou 28 % da cobertura original, se limitando na maioria a fragmentos cercados por áreas degradadas (REZENDE et al., 2018).

Na região Nordeste, a Bahia é o estado com a maior extensão de remanescentes da Mata Atlântica, e, apesar de ter reduzido significativamente a área suprimida do bioma em 2018, continua sendo um dos estados em que há maior desmatamento (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2019, 2020).

No município de Porto Seguro existem cerca de 90.000 hectares deste bioma, com a predominância da Floresta Ombrófila Densa, assim como importantes unidades de conservação, dentre elas o Parque Histórico Nacional do Monte Pascoal e o Parque Nacional do Pau Brasil (PORTO SEGURO, 2014). Este município se localiza no Corredor Central da Mata Atlântica, área de elevada diversidade biológica que abrange o estado do Espírito Santo e o sul da Bahia, onde predominam atividades econômicas de potencial

ameaça à biodiversidade local, por exemplo, o turismo desordenado e a agropecuária (BRASIL, 2006).

Nesse contexto se insere a Reserva Particular do Patrimônio Natural Estação Veracel, considerada uma das maiores reservas privadas no domínio da Mata Atlântica (RPPN ESTAÇÃO VERACEL, 2016). A fauna de mamíferos registrada em seus limites é bastante diversa, com o registro de 33 espécies de médio ou grande porte (FALCÃO et al., 2012). Além disso, a unidade de conservação apresenta um alto índice de endemismo vegetal, com a ocorrência de 61 espécies de árvores endêmicas da Mata Atlântica, assim como abriga 12 espécies arbóreas categorizadas como ameaçadas de extinção (MAGALHÃES, 2018).

Inventários de Borboletas (Papilionoidea) no Nordeste do Brasil

Apesar das borboletas constituírem um grupo de invertebrados razoavelmente bem estudado no Brasil, há ainda lacunas no conhecimento da lepidopterofauna na região Nordeste (ISERHARD et al., 2017). Os primeiros estudos com borboletas na região remontam ao século XIX (BATES, 1867), entretanto, inventários representativos foram realizados e publicados apenas no século seguinte (SANTOS et al., 2008). Estes estudos foram realizados na Mata Atlântica nordestina e se destacaram com um esforço amostral significativo, onde Cardoso (1949) listou 218 spp. como resultado de vários anos de coleta em Maceió, Alagoas e seus arredores. Neste mesmo contexto, Kesselring & Ebert (1982) realizaram uma amostragem ao longo de cinco anos na Mata do Buraquinho, João Pessoa, Paraíba, registrando a ocorrência de 291 spp., representando este inventário o “local” com maior riqueza de borboletas no Nordeste (MELO et al., 2019).

Após um hiato sem contribuições para o conhecimento do grupo na região, os trabalhos com borboletas na Mata Atlântica Nordestina foram retomados na última década, com a publicação das primeiras listas de espécies para o estado da Bahia e Pernambuco. Vasconcelos et al. (2009) registraram 70 spp. no Parque Metropolitano de Pituaçú, uma unidade de conservação urbana na capital Salvador; Zanca et al. (2011) por sua vez encontraram 140 spp. na Serra da Jiboia, Santa Teresinha, no Recôncavo Baiano e num enclave de Mata Atlântica na Caatinga, em Caruaru, Pernambuco, Paluch et al. (2011) registraram 197 spp., entre elas, *Scada karschiana delicata* Talbot, 1932, uma subespécie considerada ameaçada de extinção. Concomitante a estes estudos foi publicado o Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Lepidópteros Ameaçados de Extinção (FREITAS & MARINI-FILHO, 2011), onde a região Nordeste é reconhecida pela presença de áreas de endemismo e refúgio de espécies ameaçadas, como *Heracides himeros baia* (Rothschild & Jordan, 1906) (Papilionidae) e *Morpho epistrophus nikolajewna* Weber, 1951 (Nymphalidae).

Posteriormente, Paluch et al. (2016) realizaram estudo no litoral norte da Bahia

com o registro de 260 spp. na RPPN Fazenda Lontra □ Saudade em Itanagra. No mesmo ano, Neves & Paluch (2016) publicaram um estudo com a guilda das borboletas frugívoras, na Estação Ecológica Estadual de Wenceslau Guimarães, no Baixo Sul da Bahia registrando a presença de táxons indicadores de áreas conservadas, como *Morpho epistrophus* (Fabricius, 1796) e *Haetera piera diaphana* Lucas, 1857. Recentemente, Melo et al. (2019) publicaram um inventário de borboletas em um parque urbano de Recife no domínio da Mata Atlântica, que constitui um dos trabalhos mais abrangentes já realizados no Nordeste. A partir de um amplo esforço amostral e da busca de dados em coleções entomológicas, foi coligida uma lista com 288 spp. Adicionalmente, no mesmo ano, foi realizado um estudo de ecologia na RPPN Veracel e arredores, Mata Atlântica do Sul da Bahia, no qual foi registrada a ocorrência de 65 espécies de borboletas frugívoras (VASCONCELOS et al., 2019).

Para o bioma Caatinga o primeiro inventário foi realizado no Parque Nacional do Catimbau, Pernambuco (NOBRE et al., 2008). Posteriormente, foi divulgado um estudo com borboletas frugívoras na mesma área, ampliando a riqueza de borboletas para 135 espécies (NOBRE et al., 2012; NOBRE & SCHLINDWEIN, 2016).

Na década de 2010, um esforço significativo foi despendido para a compreensão na distribuição das borboletas no Semiárido (ZACCA & BRAVO, 2012; KERPEL et al., 2014; LIMA & ZACCA, 2014). Embora tenham sido realizados levantamentos em diferentes fisionomias no domínio da Caatinga, a maioria dos trabalhos se limitou a listas preliminares (KERPEL et al., 2014). No entanto, Zaccá & Bravo (2012) empregaram um expressivo esforço amostral no levantamento de uma área no norte da Chapada Diamantina, apresentando uma lista com 169 espécies.

Ainda na Caatinga, os últimos inventários de borboletas foram produzidos por Rafael et al. (2017), contemplando o Parque Nacional de Sete Cidades, no Piauí e o Parque Nacional de Ubajara, Ceará, que somam 150 espécies, riqueza similar à encontrada em outras áreas do semiárido (NOBRE et al., 2008, 2012; NOBRE & SCHLINDWEIN, 2016; ZACCA & BRAVO, 2012).

Nos últimos anos, levantamentos também foram conduzidos na porção nordestina da Amazônia em áreas de transição entre a Amazônia e o Cerrado no Maranhão e também no maior remanescente da Floresta Amazônica do estado (MARTINS et al., 2017; PEREIRA et al., 2018). O inventário da Reserva Biológica do Gurupi, MA realizado por Pereira et al. (2018) registrou 91 spp. e ampliando a área de distribuição para vários táxons, além disso, dados foram compilados de outros registros para o estado, chegando a uma lista com 358 espécies.

Apesar dos esforços empreendidos nos últimos anos para o conhecimento da riqueza e distribuição das espécies de borboletas na região Nordeste, muitas áreas consideradas prioritárias para a conservação ainda não foram inventariadas (SANTOS et al. 2008; FREITAS & MARINI-FILHO, 2011; ISERHARD et al., 2017). Dentre estas áreas, destaca-

se a maior parte da Mata Atlântica baiana e suas unidades de conservação, que apesar de seu alto endemismo e riqueza biológica, até o momento conta com apenas cinco inventários de borboletas (VASCONCELOS et al., 2009; ZACCA et al., 2011; PALUCH et al., 2016; NEVES & PALUCH, 2016; VASCONCELOS et al, 2019). Neste contexto, se enquadra a RPPN Estação Veracel, que compreende uma ampla extensão de Mata de Tabuleiro, fitofisionomia exclusiva do Corredor Central da Mata Atlântica, que abriga inúmeras espécies endêmicas e ameaçadas, inseridas em um ambiente de intensa pressão antrópica (FALCÃO et al., 2012; MAGALHÃES, 2018; RPPN ESTAÇÃO VERACEL, 2016).

Portanto, considerando a importância das borboletas na compreensão de alterações nos ecossistemas, estudos futuros sobre a diversidade deste grupo podem subsidiar ações conservacionistas na referida unidade de conservação. Desta forma, esse trabalho apresenta a lista de borboletas da RPPN Veracel, discutindo os limites de distribuição das espécies e comparando a riqueza com as de outros sítios da Mata Atlântica.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Área de Estudo

O estudo foi conduzido na Reserva Particular do Patrimônio Natural Estação Veracel (RPPN EVC), coordenadas 16° 21' 39" S 39° 09' 13" O. A RPPN EVC foi criada no ano de 1998, e localiza-se nos municípios de Porto Seguro, BA e Santa Cruz Cabrália, BA, no Corredor Central da Mata Atlântica (BRASIL, 2006). Essa área apresenta um clima classificado como Tropical Úmido (Af), caracterizado por chuvas bem distribuídas ao longo do ano e sem estação seca, tendo temperatura anual média acima de 24 °C e precipitação média anual superior a 1300 mm (ALVARES et al., 2013). A reserva tem uma área de 6.069 ha e faz divisa com duas unidades de conservação: a Estação Ecológica do Pau Brasil (1.157 ha) a oeste, e a RPPN Bom Sossego (53,66 ha) a leste, formando um bloco de vegetação de mais de 7.000 ha (RPPN ESTAÇÃO VERACEL, 2016). A vegetação predominante na unidade de conservação é a Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas ou Mata de Tabuleiro (MAGALHÃES, 2018). A RPPN EVC apresenta em seus limites porções de Mata Atlântica em diferentes estágios de conservação, variando de floresta primária, na qual não houve supressão da vegetação original, até fragmentos em estágio secundário de regeneração (RPPN ESTAÇÃO VERACEL, 2016).

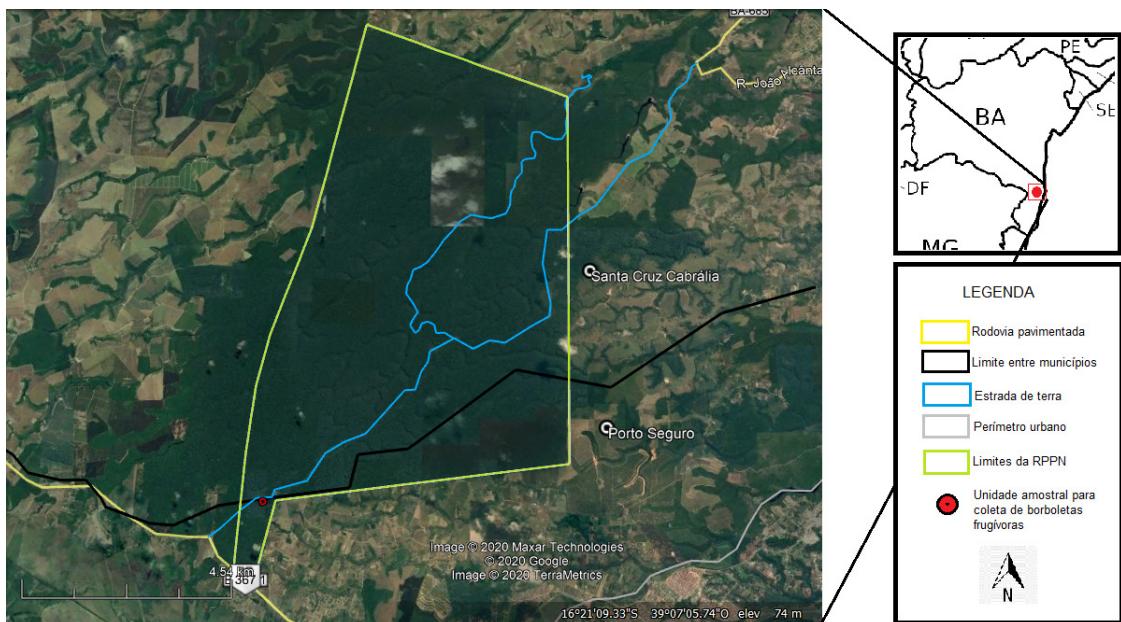


Figura 1. Mapa da Reserva Particular do Patrimônio Natural Estação Veracel.

Amostragem e Identificação

As coletas foram realizadas por um único coletor com rede entomológica ao longo de trilhas preexistentes de 4-10 km lineares, das 9 h as 15 h. A amostragem aconteceu de maio de 2019 a abril de 2020, duas vezes por mês, com exceção dos meses de setembro de 2019 e janeiro de 2020, nos quais ocorreram uma e quatro coletas, respectivamente. O esforço amostral foi de 144 horas. As coletas se limitaram à porção da reserva situada no município de Porto Seguro. Buscas foram feitas em locais que propiciam o maior registro de espécies, como próximo a corpos d'água, em clareiras, bordas de mata e em manchas de flores (BROWN-JR & FREITAS, 2000a). Também foram utilizadas três armadilhas *Van Someren Rydon* para borboletas frugívoras empregando-se como atrativo uma mistura de cana e banana amassada na proporção 1:3, respectivamente, sendo a mistura fermentada por 48 horas. As armadilhas foram dispostas linearmente ao longo de uma trilha, com 25 m de distância entre cada uma, a 1,5 m de altura do solo, permanecendo ativas por um período de 15 dias consecutivos por mês, entre outubro de 2019 a março de 2020, totalizando 90 dias de amostragem, com revisões a cada 48 horas. Assim, considerando 12 h de coleta diária para cada armadilha, período no qual espécies frugívoras podem ser encontradas ativas na primavera e verão na região Nordeste, o esforço amostral total das armadilhas foi de 3.240 horas. Os espécimes coletados foram sacrificados e armazenados temporariamente em envelopes. Posteriormente, os exemplares de difícil determinação foram montados em alfinete para posterior identificação. A identificação foi feita preliminarmente com auxílio de Palo-Jr (2017), seguida de ampla pesquisa bibliográfica e consulta a especialistas quando necessário. Além de comparações com exemplares da coleção científica do Laboratório de Sistemática e Conservação de Insetos (LASCI), Setor de Ciências Biológicas, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas

(CCAAB), Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Cruz das Almas, Bahia. A nomenclatura e a classificação seguiram Lamas (2004), com modificações posteriores para as famílias Hesperiidae (LI et al., 2019), Nymphalidae (WAHLBERG et al., 2009) e Riodinidae (SERAPHIM et al., 2018) e posteriores revisões (CONG et al. 2019; HALL, 2018; NAKAHARA et al. 2019; ZACCA et al., 2018), além da classificação de borboletas em uma única superfamília, Papilioidea (HEIKKILÄ et al., 2012). O material testemunho foi depositado na Coleção de Zoologia da Universidade Federal do Sul da Bahia, *Campus* Sosígenes Costa, Porto Seguro e na coleção entomológica do LASCI, CCAAB, UFRB.

Análise de dados. Os dados de riqueza foram comparados àqueles de outros inventários realizados na Mata Atlântica da região Nordeste e também com os trabalhos no Espírito Santo envolvendo o Corredor Central da Mata Atlântica. Os seguintes levantamentos foram analisados: Maceió e cercanias, AL (MAC-AL) (CARDOSO, 1949), Mata do Buraquinho, João Pessoa, PB (MB-PB) (KESSELRING & EBERT, 1982), Santa Teresa, ES (ST-ES) (BROWN-JR & FREITAS, 2000a), Parque Metropolitano de Pituaçu, Salvador, BA (PMP-BA) (VASCONCELOS et al. 2009), Serra da Jiboia, Santa Teresinha, BA (SJ-BA) (ZACCA et al., 2011), Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho, Caruaru, PE (PEJVS-PE) (PALUCH et al., 2011), Reserva Natural Vale, Linhares, ES (RNV-ES) (FREITAS et al., 2016), Fazenda Lontra/Saudade, Itanagra, BA (FLS-BA) (PALUCH et al., 2016), Parque Dois Irmãos, Recife, PE (PDI-PE) (MELO et al., 2019) e *Campus* Sosígenes Costa, Porto Seguro, BA (CSC-BA) (VILA-VERDE & PALUCH, no prelo).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um total de 235 espécies de borboletas foi registrado para a RPPN EVC (Tabela 1). A família de maior riqueza foi Nymphalidae com 79 espécies (algumas espécies desta família são ilustradas nas Figuras 3-4), seguida de Hesperiidae (73 spp.), Riodinidae (42 spp.), Lycaenidae (30), Pieridae (9 spp.) e Papilionidae (2 spp.) (algumas espécies de Pieridae, Lycaenidae, Riodinidae e Hesperiidae são ilustradas na Figura 2). Hedylidae não foi registrada, provavelmente, em função do baixo número de espécies conhecidas e pelos hábitos noturnos da maioria dos seus membros (KAWAHARA et al., 2018).

TÁXON
PAPILIONOIDEA (235)
Papilionidae (2)
Papilioninae (2)
Troidini (1)
<i>Battus polydamas polydamas</i> (Linnaeus, 1758)
Papilionini (1)
<i>Heraclides thoas brasiliensis</i> (Rothschild & Jordan, 1906)

Pieridae (9)

Coliadinae (7)

- Anteos clorinde* (Godart, [1824])
Eurema albula albula (Cramer, 1775)
Eurema elathea flavescens (Chavannes, 1850)
Leucidia elvina (Godart, 1819)
Phoebis philea philea (Linnaeus, 1763)
Phoebis sennae marcellina (Cramer, 1777)
Pyrisitia nise tenella (Boisduval, 1836)

Pierinae (2)

- Ascia monuste orseis* (Godart, 1819)
Glutophrissa drusilla drusilla (Cramer, 1777)

Lycaenidae (30)

Theclinae (28)

- Atlides polybe* (Linnaeus, 1763)*
Aubergina vanessoides (Prittewitz, 1865)*
Calycopis atnius (Herrich-Schäffer, [1853])
Calycopis caulonia (Hewitson, 1877)
Calycopis cissusa (Hewitson, 1877)
Celmia celmus (Cramer, 1775)
Celmia conoveria (Schaus, 1902)**
Enos falerina (Hewitson, 1870)**
Evenus regalis (Cramer, 1775)
Evenus satyroides (Hewitson, 1865)
Evenus sumptuosa (Druce, 1907)**
Kisutam syllis (Godman & Salvin, 1887)
Kolana ergina (Hewitson, 1867)**
Ministrymon cruenta (Gosse, 1880)*
Olynthus ostia (Hewitson, 1867)**
Ostrinotes empusa (Hewitson, 1867)
Pantheades phaleros (Linnaeus, 1767)
Pseudolycaena marsyas (Linnaeus, 1758)
Strephonota sphinx (Fabricius, 1775)
Strephonota syedra (Hewitson, 1867)**
Strephonota tephraeus (Geyer, 1837)
Strymon mulucha (Hewitson, 1867)
Symbiopsis strenua (Hewitson, 1877)
Theclopsis gargara (Hewitson, 1868)
Theritas lisus (Stoll, 1790)
Theritas triquetra (Hewitson, 1865)
Tmolus mutina (Hewitson, 1867)**
Ziegleria hesperitis (A. Butler & H. Druce, 1872)*

Polyommatiniae (2)

- Hemiarthus hanno hanno* (Stoll, 1790)
Leptotes cassius cassius (Cramer, 1775)

Riodinidae (42)

Nemeobiinae (7)

Euselasiini (7)

- Euselasia aff. erilis* Stichel, 1919

- Euselasia euoras* (Hewitson, [1855])**
Euselasia eurypus (Hewitson, 1856)**
Euselasia hygenius hygenius (Stoll, 1787)**
Euselasia kartopus Stichel, 1919**
Euselasia opalescens opalescens (Hewitson, [1855])
Euselasia phelina (H. Druce, 1878)**
 Riodininae (34)
 Eurybiini (9)
Eurybia albiseriata ssp.
Hyphilaria parthenis (Westwood, 1851)
Ionotus alector (Geyer, 1837)
Leucochimona icare matatha (Hewitson, 1873)
Mesosemia nyctea fluminensis J. Zikan, 1952
Mesosemia rhodia (Godart, [1824])
Mesosemia sifia (Boisduval, 1836)
Perophthalma tullius (Fabricius, 1787)
Semomesia geminus (Fabricius, 1793)
 Riodinini (6)
Baeotis euprepes ssp.
Cariomothis erythromelas erythraea Stichel, 1910
Detritivora gynaea (Godart, [1824])
Metacharis ptolomaeus (Fabricius, 1793)
Panara jarbas episatnius Prittewitz, 1865**
Themone pais pais (Hübner, [1820])
 Symmachiini (4)
Argyrogrammana sp.
Mesene florus (Fabricius, 1793)
Mesene philonis Hewitson, 1874
Pterographium sicora (Hewitson, 1875)**
 Helicopini (3)
Anteros formosus (Cramer, 1777)
Sarota acantus (Stoll, 1781)**
Sarota gyas (Cramer, 1775)
 Nymphidiini (12)
Calospila parthaon parthaon (Dalman, 1823)
Lemonias zygia zygia Hübner, [1807]
Nymphidium acherois (Boisduval, 1836)
Nymphidium azanoides amazonensis Callaghan, 1986
Nymphidium lisimon (Stoll, 1790)
Nymphidium mantus (Cramer, 1775)
Stalachtis susanna (Fabricius, 1787)
Theope eudocia Westwood, 1851
Theope lycaenina Bates, 1868
Theope pedias Herrich-Schaffer, [1853]**
Theope virgilius (Fabricius, 1793)
Zelotaea eidotea A. Butler, 1873*
 Emesidiini (1)
Emesis diogenia Prittewitz, 1865

Nymphalidae (79)

Danainae (5)

Ithomiini (5)

Episcada doto canaria (Brown & D'Almeida, 1970)

Hypothyris euclea laphria (Doubleday, 1847)

Mechanitis lysimnia lysimnia (Fabricius, 1793)

Mechanitis polymnia casabranca Haensch, 1905

Oleria aquata (Weymer, 1875)

Satyrinae (32)

Morphini (3)

Antirrhea archaea Hübner, [1822]

Morpho helenor achillaena (Hübner [1823])

Morpho menelaus coeruleus (Perry, 1810)

Brassolini (6)

Caligo brasiliensis brasiliensis (C. Felder, 1862)

Caligo idomeneus ariphron Fruhstorfer, 1910

Caligo illioneus illioneus (Cramer, 1775)

Catoblepia amphirhoe (Hubner, [1825])

Eryphanis automedon amphimedon (C. Felder & R. Felder, 1867)

Opsiphanes quiteria meridionalis Staudinger, 1887

Haeterini (2)

Haetera piera diaphana Lucas, 1857

Pierella keithbrowni Siewert, Zacca & Casagrande, 2016

Satyrini (21)

Amiga arnaca arnaca (Fabricius, 1776)

Archeuptychia cluena (Drury, 1782)

Chloreuptychia chlorimene (Hübner, [1819])

“*Cissia*” *myncea* (Cramer, 1780)

Erichthodes antonina (C. Felder & R. Felder, 1867)

Hermeuptychia atalanta (Butler, 1867)

Hermeuptychia hermes (Fabricius, 1775)

Hermeuptychia sosybius (Fabricius, 1793)

Magneuptychia lea (Cramer, 1777)

Magneuptychia libye (Linnaeus, 1767)

Pareuptychia ocirrhoe interjecta (d' Almeida, 1952)

Paryphthimoides poltys (Prittitz, 1865)

Paryphthimoides sylvina (C. Felder & R. Felder, 1867)

Pharneuptychia romanina (Bryk, 1953)

Pseudodelphis euptychidia (Butler, 1868)

Splendeuptychia doxes (Godart, [1824])

Taygetis laches marginata Staudinger, [1887]

Taygetis sosis Hopffer, 1874

Taygetis thamyra (Cramer, 1779)

Taygetis virginia (Cramer, 1776)

Yphthimoides renata (Stoll, 1780)

Biblidinae (14)

Catonephele acontius acontius (Linnaeus, 1771)

Catonephele numilia penthia (Hewitson, 1852)

Dynamine postverta postverta (Cramer, 1779)

- Hamadryas arinome obnubila* (Fruhstorfer, 1916)
Hamadryas amphinome amphinome (Linnaeus, 1776)
Hamadryas chloe rhea (Fruhstorfer, 1907)
Hamadryas epinome (C. Felder & R. Felder, 1867)
Hamadryas feronia feronia (Linnaeus, 1758)
Mestra hersilia hypermestra Hübner, [1825]
Myscelia orsis (Drury, 1782)
Nica flavilla flavilla (Godart, [1824])
Paulogramma pygas pygas (Godart, [1824])
Pyrrhogryra neaerea ophni A. Butler, 1870
Temenis huebneri korallion Fruhstorfer, 1912**
Nymphalinae (6)
Coeini (4)
Colobura dirce dirce (Linnaeus, 1758)
Historis acheronta acheronta (Fabricius, 1775)
Historis odius dious Lamas, 1995
Tigridia acesta (Linnaeus, 1758)
Kallimini (2)
Anartia jatrophae jatrophae (Linnaeus, 1763)
Siproeta stelenes meridionalis (Frühstorfer, 1909)
Charaxinae (10)
Anaeini (5)
Fountainea ryphea phidile (Geyer, 1837)
Memphis acidalia victoria (H. Druce, 1877)
Memphis morus stheno (Prittewitz, 1865)
Zaretis cf. isidora (Cramer, 1779)
Zaretis cf. strigosus (Gmelin, [1790])
Preponini (5)
Archaeoprepona amphimachus pseudomeander (Fruhstorfer, 1906)
Archaeoprepona demophon thalpius (Hübner, [1814])
Archaeoprepona demophoon antimache (Hübner, [1819])
Prepona claudina claudina (Godart, [1824])
Prepona laertes laertes (Hübner, [1811])
Limenitidinae (2)
Adelpha cocala caninia Fruhstorfer, 1915**
Adelpha cytherea aea (C. Felder & R. Felder, 1867)
Cyrestinae (1)
Marpesia chiron marius (Cramer, 1779)
Heliconiinae (9)
Heliconiini (9)
Dione (Agraulis) vanillae maculosa (Stichel, [1908])
Dryas iulia alcionea (Cramer, 1779)
Eueides isabella dianasa (Hübner, [1806])
Heliconius erato phyllis (Fabricius, 1775)
Heliconius ethilla narcaea Godart, 1819
Heliconius melpomene nanna Stichel, 1899
Heliconius numata ethra (Hübner, [1831])
Heliconius sara apseudes (Hübner, [1813])
Philaethria wernickei (Röber, 1906)

Hesperiidae (73)

Pyrrhopyginae (1)

Pyrrhopygini (1)

Pyrrhopyge thericles rileyi Bell, 1931

Eudaminae (25)

Eudamini (24)

Astraptes janeira (Schaus, 1902)

Augiades crinus (Cramer, 1780)

Bungalotis midas (Cramer, 1775)*

Cecropterus (Cecropterus) zarex (Hübner, 1818)

Cecropterus (Murgaria) carmelita (Herrich-Schäffer, 1869)

Cecropterus (Thorybes) dorantes dorantes (Stoll, 1790)

Cecropterus (Thorybes) virescens (Mabille, 1877)

Ectomis (Ectomis) albovenae (E. Bell, 1932)**

Entheus priassus pralina Evans, 1952

Epargyreus sp.

Euriphellus euribates euribates (Stoll, 1782)

Phanus australis Miller, 1965

Spicauda procne (Plötz, 1880)

Spicauda simplicius (Stoll, 1790)

Spicauda teleus (Hübner, 1821)

Tarsoctenus papias (Hewitson, 1857)**

Telegonus (Telegonus) apastus pusa Evans, 1952

Telegonus (Telegonus) fulgerator fulgerator (Walch, 1775)

Telegonus (Telegonus) talus (Cramer, 1777)

Telemiades atlantiope Siewert, Mielke & Casagrande, 2020

Telemiades pallidus Siewert, Mielke & Casagrande, 2020

Urbanus esta Evans, 1952

Urbanus proteus proteus (Linnaeus, 1758)

Venada sp.

Oileidini (1)

Oileides vulpinus Hübner, [1825]*

Pyrginae (20)

Carcharodini (1)

Viola violella (Mabille, 1898)

Achlyodini (8)

Eracon paulinus (Stoll, 1782)

Morvina morvus morvus (Plötz, 1884)*

Ouleus accedens finda Evans, 1953

Ouleus fridericus riona Evans, 1953

Quadrus cerialis (Stoll, 1782)

Pythonides herennius lusorius Mabille, 1891

Pythonides jovianus fabricii W.F. Kirby, 1871

Pythonides limaea (Hewitson. 1868)

Erynnini (9)

Anastrus neaeris narva Evans, 1953

Anaxas obliqua (Plötz, 1884)

Cycloglypha thrasibulus thrasibulus (Fabricius, 1793)*

Cycloglypha sp.

- Gindanes brebisson brebisson* (Latreille, 1824)
Gorgythion begga begga (Prittitz, 1868)
Gorgythion beggina beggina Mabille, 1898
Helias phalaenoides palpalis (Latreille, [1824])
Mylon ander ander Evans, 1953
- Pyrgini (2)
Burnsius orcus (Stoll, 1780)
Helioptetes (Helioptetes) arsalte (Linnaeus, 1758)
- Hesperiinae (27)
Hesperiini (27)
Anatrytone perfida (Möschler, 1879)**
Callimormus alsimo (Möschler, 1883)
Callimormus corades (C. Felder, 1862)
Callimormus corus Bell, 1941
Calpodes esperi esperi (Evans, 1955)*
Calpodes longirostris (Sepp, [1840])
Carystoides basoches (Latreille, [1824])
Carystoides noseda (Hewitson, 1866)**
Carystoides sicania sicania (Hewitson, 1876)**
Cobalopsis nero (Herrich-Schäffer, 1869)
Cymaenes lepta (Hayward, 1939)**
Cymaenes tripunctus theogenis (Capronnier, 1874)
Cyneia sp.
Eutocus fabulinus (Plötz, 1884)**
Hylephila phyleus phyleus (Drury, 1773)
Justinia justinianus justinianus (Latreille, [1824])
Lerema ancillaris (A. Butler, 1877)**
Methionopsis ina (Plötz, 1882)
Molo mango (Guenée, 1865)
Nyctelius nyctelius nyctelius (Latreille, [1824])
Paracarystus menestries menestries (Latreille, [1824])
Phanes aletes (Geyer, 1832)
Pompeius pompeius (Latreille, [1824])
Sodalia sodalis (A. Butler, 1877)
Vehilius inca (Scudder, 1872)
Vehilius stictomenes stictomenes (Butler, 1877)
Vettius lafrenaye lafrenaye (Latreille, [1824])

Tabela 1: Lista das borboletas (Papilioidea) encontradas na Mata de Tabuleiro da Reserva Particular do Patrimônio Natural Estação Veracel, Porto Seguro, Bahia. (*) Novo registro para o estado da Bahia. (**) Novo registro para a região Nordeste. O número entre parênteses corresponde ao total de espécies de cada grupo taxonômico.

A riqueza de borboletas da RPPN EVC pode ser considerada relativamente baixa quando comparada com a de outros sítios bem amostrados da Mata Atlântica (BROWN-JR, 1992; BROWN-JR & FREITAS, 2000a; FRANCINI et al., 2011; MIELKE, 1994). No entanto, em comparação com os inventários de borboletas realizados na Mata Atlântica nordestina a riqueza de espécies da RPPN EVC se aproxima daquela encontrada em trabalhos com maior esforço amostral nesta região (Tabela 2). Considerando que Nymphalidae

responde entre 25 e 29% da fauna de borboletas na Mata Atlântica (BROWN & FREITAS, 2000b), a riqueza estimada para a RPPN EVC estaria entre 272 e 316 espécies. Contudo, vale ressaltar que mesmo a riqueza de Nymphalidae registrada para a RPPN EVC foi demasiadamente menor que em outras áreas similares da região (RVN-ES 183 espécies (FREITAS et al., 2016)).

Localidade	Estado	Esforço amostral (horas)		Riqueza (spp.)
		Rede entomológica	Armadilha	
Mata do Buraquinho ¹	PB	-	-	291
Pq. João Vasconcelos Sobrinho ²	PE	216	-	197
Parque Dois Irmãos ³	PE	455	-	288
Maceió e arredores ⁴	AL	-	-	218
Parque Metropolitano de Pituaçú ⁵	BA	144	180	70
Serra da Jiboia ⁶	BA	-	-	140
Fazenda Lontra/Saudade ⁷	BA	288	-	260
Campus Sosígenes Costa ⁸	BA	150	1.080	228
RPPN Estação Veracel⁹	BA	144	3.240	235
Santa Teresa ¹⁰	ES	-	-	769
Reserva Natural Vale ¹¹	ES	180	-	512

Tabela 2. Inventários de borboletas realizados na Mata Atlântica da região Nordeste e da região Central da Mata Atlântica com seus respectivos esforços amostrais, métodos utilizados e riquezas registradas.

Armadilha = Armadilhas para borboletas frugívoras. Pq. = Parque. Em negrito o presente estudo.

¹João Pessoa, Kesselring & Ebert (1982); ²Caruaru, Paluch et al. (2011); ³Recife, Melo et al. (2019);

⁴Cardoso (1949); ⁵Salvador, Vasconcelos et al. (2009); ⁶Santa Teresinha, ZACCA et al. (2011); ⁷Itanagra, Paluch et al. (2016); ⁸Porto Seguro, Vila-Verde & Paluch (no prelo); ⁹**Porto Seguro, presente estudo**;

¹⁰Brown & Freitas (2000a); ¹¹Linhares, Freitas et al. (2016).

Geralmente, em localidades intensamente amostradas na Mata Atlântica, Hesperiidae aparece como a família de maior riqueza, seguida por Nymphalidae (BROWN-JR & FREITAS, 2000a; FRANCINI et al., 2011; FREITAS et al., 2016). Por outro lado, Nymphalidae como grupo mais rico é recorrente em trabalhos conduzidos na Mata Atlântica nordestina (CARDOSO, 1949; PALUCH et al., 2011, 2016; ZACCA et al., 2011). Isto pode ser explicado pela maior facilidade em se amostrar adequadamente Nymphalidae se comparado a Hesperiidae. Além disso, dificuldades de coleta relacionadas ao comportamento de voo dos membros de Hesperiidae e sua coloração normalmente monocromática os tornam pouco evidentes no campo. Dessa maneira, apenas inventários de longo prazo são capazes de produzir listas mais completas para esta família (BROWN-

JR & FREITAS, 2000a).

Em comparação com os inventários realizados em outras áreas no Corredor Central da Mata Atlântica, a fauna de borboletas da RPPN EVC compartilha 58,7 % das espécies com o CSC-BA, 57,4 % com ST-ES e 69,8 % com a RNV-ES (BROWN-JR & FREITAS, 2000a; FREITAS et al., 2016; VILA-VERDE & PALUCH, no prelo) (Tabela 3). Levando em consideração a curta distância entre o CSC-BA a RPPN EVC (cerca de 4 km), seria esperado um número maior de espécies em comum entre estas áreas (Tabela 1). Por outro lado, é necessário ressaltar que a RNV-ES, apesar de maior, mais distante e melhor amostrada, foi a área com a fauna mais similar à encontrada na RPPN EVC (FREITAS et al., 2016). A comparação entre estes sítios evidencia que um grande número de espécies é ainda esperado para a RPPN EVC, tendo em vista que áreas melhor amostradas nesta região compartilham um maior percentual de espécies em comum, por exemplo, 88% das borboletas da RNV-ES foram registradas em ST-ES (FREITAS et al., 2016).

A riqueza observada no CSC-BA, na RNV-ES e em ST-ES é outra forte evidência de que a riqueza registrada na RPPN EVC está subestimada, principalmente para Hesperiidae, Nymphalidae, Papilionidae, Pieridae e Lycaenidae (Tabela 3). Por outro lado, a fauna de Riodinidae da RPPN EVC parece estar melhor representada quando comparado à RNV-ES, embora um número maior de espécies seja ainda esperado neste grupo para ambas as áreas. Além disso, o fato das coletas na RPPN EVC terem se concentrado principalmente em áreas de regeneração pode ter contribuído para a riqueza relativamente baixa, subamostrando grupos típicos de áreas bem conservadas, como Ithomiini e Papilionidae. Diante disso, torna-se evidente que a ampliação do esforço amostral deva aumentar significativamente o número de espécies da RPPN EVC, considerando a ausência de várias espécies comuns já registradas em suas cercanias (VILA-VERDE et al., em preparação; VILA-VERDE & PALUCH, no prelo).

Família e Subfamília	RPPN EVC	CSC - BA	ST - ES	RNV - ES
Nymphalidae	79	77	244	183
Libytheinae	0	0	1	1
Danainae	5	11	40	30
Cyrestinae	1	0	4	3
Heliconiinae	9	11	25	18
Apaturinae	0	0	4	1
Limenitidinae	2	2	13	12
Biblidinae	14	14	36	32
Charaxinae	10	7	21	20
Satyrinae	32	26	78	49
Nymphalinae	6	6	22	15
Hesperiidae	73	86	322	192
Pyrrhopyginae	1	1	10	2
Eudaminae	25	18	78	54

Pyrginae	20	24	74	43
Hesperiinae	27	43	160	93
Riodinidae	42	32	86	49
Lycaenidae	30	21	64	56
Pieridae	9	10	36	22
Papilionidae	2	2	17	10
Total de espécies	235	228	769	512
Número e porcentagem de espécies em comum	-	138 = 58,7 %	135 = 57,4 %	164 = 69,8 %

Tabela 3. Comparação da composição taxonômica da fauna de borboletas da RPPN Estação Veracel com aquelas de Mata de Tabuleiro e no Corredor Central da Mata Atlântica.

CSC- BA: *Campus Sosígenes Costa*, Porto Seguro (VILA-VERDE & PALUCH, no prelo); ST - ES: Santa Teresa (BROWN & FREITAS, 2000a); RNV - ES: Reserva Natural Vale, Linhares (FREITAS et al., 2016).

As duas espécies de Papilionidae encontradas na RPPN EVC, *Heraclides thoas brasiliensis* (Rothschild & Jordan, 1906) e *Battus polydamas polydamas* (Linnaeus, 1758), são amplamente distribuídas no Brasil. *Heraclides anchisiades capys* (Hübner, [1809]), espécie comum e esperada para a RPPN EVC, não foi encontrada, assim como *Parides zacynthus zacynthus* (Fabricius, 1793), já registrada no CSC (VILA-VERDE & PALUCH, no prelo).

As nove espécies de Pieridae registradas são majoritariamente de ampla distribuição geográfica e típicas de áreas abertas. Entretanto, *Eurema albula albula* (Cramer, 1775) e *Leucidia elvina* (Godart, 1819) foram encontradas exclusivamente no interior da floresta. Uma ausência notável foi *Phoebis argante argante* (Fabricius, 1775), espécie comum registrada no CSC (VILA-VERDE & PALUCH, no prelo) (Figura 2 A-C).

Os Lycaenidae foram representados por 30 espécies, riqueza semelhante às registradas em Itanagra (29 spp.) e Maceió (29 spp.) (CARDOSO, 1949; PALUCH et al., 2016). A maioria das espécies registradas para esta família é de ampla distribuição geográfica, sendo encontradas não apenas na Mata Atlântica como no Cerrado e na Caatinga (EMERY et al., 2006; KERPEL et al., 2014). No entanto, vale destacar algumas espécies de ocorrência mais restrita à Mata Atlântica, como *Enos falerina* (Hewitson, 1867), *Evenus sumptuosa* (H. Druce, 1907), *Kolana ergina* (Hewitson, 1867) e *Tmolus mutina* (Hewitson, 1867), que constituem novos registros para o Nordeste. Enquanto *Atlides polybe* (Linnaeus, 1763), *Aubergina vanessoides* (Prittwitz, 1865), *Ministrymon cruenta* (Gosse, 1880) e *Ziegleria hesperitis* (A. Butler & H. Druce, 1872) foram registradas pela primeira vez na Bahia (Figura 2 D-F).

Riodinidae foi representada por 42 espécies, riqueza superior à de Itanagra (41 spp.) e equivalente à de João Pessoa (42 spp.), áreas com as maiores riquezas desse grupo na região Nordeste até o momento (KESSELRING & EBERT, 1982; PALUCH et al., 2016). A maioria das espécies é de ampla distribuição geográfica nos biomas brasileiros,

entretanto, táxons considerados raros por FREITAS *et al.* (2016), como *Calospila parthaon parthaon* (Dalman, 1823) e *Cariomothis erythromelas erythraea* Stichel, 1910 também foram registrados. Outra rara espécie e potencialmente endêmica da Mata Atlântica é *Zelotaea eidothea* A. Butler, 1873, conhecida a partir de poucos exemplares do Rio de Janeiro (localidade tipo), sul do Espírito Santo e Paraíba (HALL, 2018), é aqui pela primeira vez registrada para o estado da Bahia. Na RPPN EVC ocorrem ao menos 23 espécies de riordinídeos associados ao Bioma Amazônico, das quais *Euselasia eurypus* (Hewitson, 1856), *Euselasia hygenius hygenius* (Stoll, 1787) e *Euselasia kartopus* Stichel, 1919 representam novos registros para a Mata Atlântica (EMMEL & AUSTIN, 1990; MIELKE *et al.*, 2010; MURRAY, 2000; SALAZAR-E *et al.*, 2019) (Figura 2 G-I).

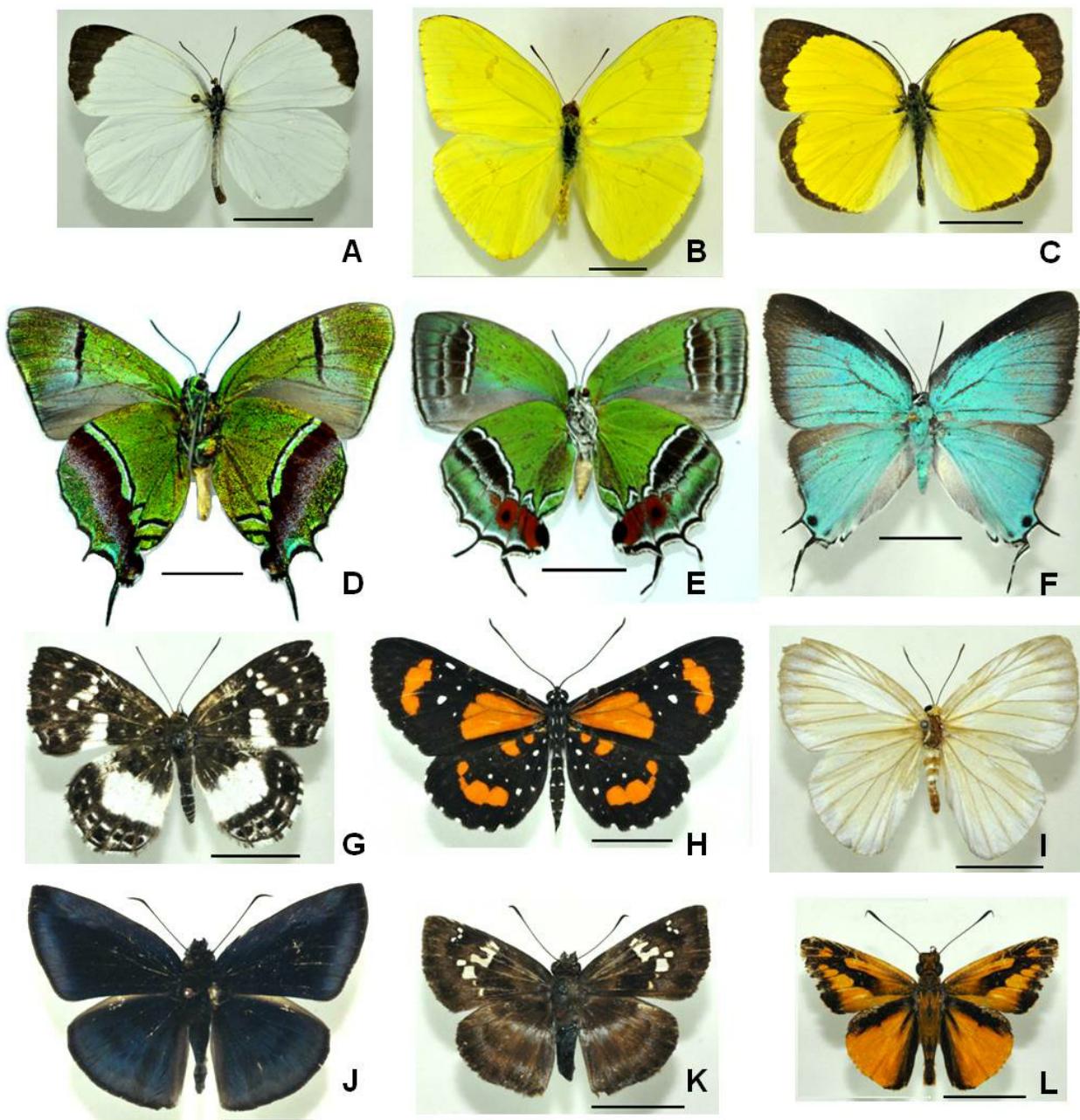


Figura 2: Exemplos de borboletas das famílias Pieridae, Lycaenidae, Riodinidae e Hesperiidae registradas na RPPN Estação Veracel. A. *Eurema albula albula*, B. *Phoebis sennae marcellina*, C. *Pyrisitia nise tenella* (Coliadinae), D. *Evenus regalis*, E. *Evenus sumptuosa*, F. *Pseudolycaena marsyas* (Theclinae), G. *Lemonias zygia*, H. *Stalachtis susanna*, I. *Zelotaea eidothea* (Riodinidae), J. *Anastrus nearis narva*, K. *Quadrus cerialis* (Pyrginae), L. *Molo mango* (Hesperiinae) (Escala = 1cm).

A maioria das 79 espécies de Nymphalidae registradas é de ampla distribuição geográfica. As subfamílias de maior riqueza foram Satyrinae (32 spp.) e Biblidinae (14 spp.), seguidas por Charaxinae (10 spp.), Heliconiinae (9 spp.), Nymphalinae (6 spp.), Danainae (5 spp.), Limenitidinae (2 spp.) e Cyrestinae (1 sp.) (Tabelas 1, 3). O padrão de Satyrinae como a subfamília mais representativa foi o observado em todos os outros inventários no Corredor Central da Mata Atlântica (BROWN-JR & FREITAS, 2000a; FREITAS et al., 2016; VILA-VERDE & PALUCH, no prelo) (Tabela 3). Por outro lado, subfamílias geralmente bem representadas em trabalhos anteriores, como Danainae e Limenitidinae, foram subamostradas no presente estudo. Do mesmo modo, algumas das subfamílias menos diversas de Nymphalidae como Libytheinae e Apaturinae não foram observadas tanto na área de estudo quanto no CSC-BA (VILA-VERDE & PALUCH, no prelo).

A fauna de Nymphalidae foi constituída principalmente por espécies da guilda das borboletas frugívoras, as quais representam mais de 75 % da riqueza registrada para a família na RPPN EVC. Combinando a coleta com rede entomológica e a amostragem utilizando armadilhas *Van Someren Rydon* foi possível obter uma expressiva riqueza de 60 espécies de borboletas frugívoras. No Nordeste, uma riqueza semelhante para essa guilda apenas foi alcançada em dois trabalhos, ambos na Mata Atlântica do Sul da Bahia: um em Wenceslau Guimarães (59 spp.), e outro no Extremo Sul (65 spp.), incluindo a RPPN EVC e outras áreas estudadas (NEVES & PALUCH, 2016; VASCONCELOS et al., 2019). Este último estudo relatou 39 espécies de borboletas frugívoras na RPPN EVC, das quais 34 espécies foram registradas no atual trabalho. Desta forma, não foram amostradas no presente estudo: *Opsiphanes invirae pseudophilon* Fruhstorfer, 1907, *Pharneuptychia pharnabazos* (Bryk, 1953), *Pharneuptychia pharnaces* (Weyner, 1911), *Prepona demodice* (Godart, [1824]) (tratada como *Prepona laertes demodice* (Godart, [1824]) por Vasconcelos et al. (2019)) e *Prepona pylene* Hewitson, [1854]. Por outro lado, 26 espécies frugívoras foram registradas pela primeira vez na RPPN EVC, como *Caligo brasiliensis brasiliensis* (C. Felder, 1862), *Paulogramma pygas pygas* (Godart, [1824]) e *Pyrrhogryra neaerea ophni* A. Butler, 1870.

Apenas cinco espécies de Danainae, todos pertencentes à tribo *Ithomiini*, foram encontradas na RPPN EVC, um número baixo quando comparado com a riqueza de outros trabalhos na região Nordeste, inclusive em relação ao CSC-BA, no qual se registrou 11 espécies dessa subfamília (KERPEL et al., 2014; MELO et al., 2019; PALUCH et al., 2016; VILA-VERDE & PALUCH, no prelo) (Figura 3 A-B).

As 32 espécies de Satyrinae registradas inclui táxons bioindicadores como *Caligo idomeneus ariphon* Fruhstorfer, 1910 e *Haetera piera diaphana* Lucas, 1857 (BROWN-JR & FREITAS, 2000a). Da tribo *Satyrini* todos os táxons registrados anteriormente no CSC-BA foram encontrados neste estudo, ou seja, das 21 espécies registradas na RPPN EVC, 15 são compartilhadas pelas duas áreas (VILA-VERDE & PALUCH, no prelo). Brassolini

apresentou seis espécies, número muito similar ao observado em Itanagra (5 spp.) e em Wenceslau Guimarães (7 spp.) (PALUCH et al., 2016; NEVES & PALUCH, 2016;). Quanto à tribo Morphini, a composição taxonômica foi idêntica à do CSC-BA (VILA-VERDE & PALUCH, no prelo).

A fauna de Biblidinae foi constituída por 14 espécies, em sua maioria amplamente distribuídas na Mata Atlântica. Ainda assim, foi registrada pela primeira vez no Nordeste a subespécie *Temenis huebneri korallion* Fruhstorfer, 1912. Além disso, foi observada a ocorrência de *Hamadryas arinome obnubila* (Fruhstorfer, 1916), um táxon considerado indicador de áreas bem conservadas (BROWN-JR & FREITAS, 2000a) (Figura 3 C-F).

Apenas duas espécies de Limenitidinae foram encontradas: *Adelpha cytherea aea* (C. Felder & R. Felder, 1867), amplamente distribuída no Brasil, entretanto, no litoral norte da Bahia a espécie é representada pela subespécie *Adelpha cytherea cytherea* (Linnaeus, 1758) (PALUCH ET al., 2016), e *Adelpha cocala caninia* Fruhstorfer, 1915 (Figura 3 G), até o momento conhecida do sul e sudeste do país (WILLMOTT, 2003). A ocorrência de *A. cocala caninia* no sul da Bahia pode indicar uma possível sobreposição com a distribuição de *A. cocala didia* Fruhstorfer, 1915, subespécie registrada anteriormente na Serra da Jiboia, Bahia (WILLMOTT, 2003; ZACCA et al., 2011).

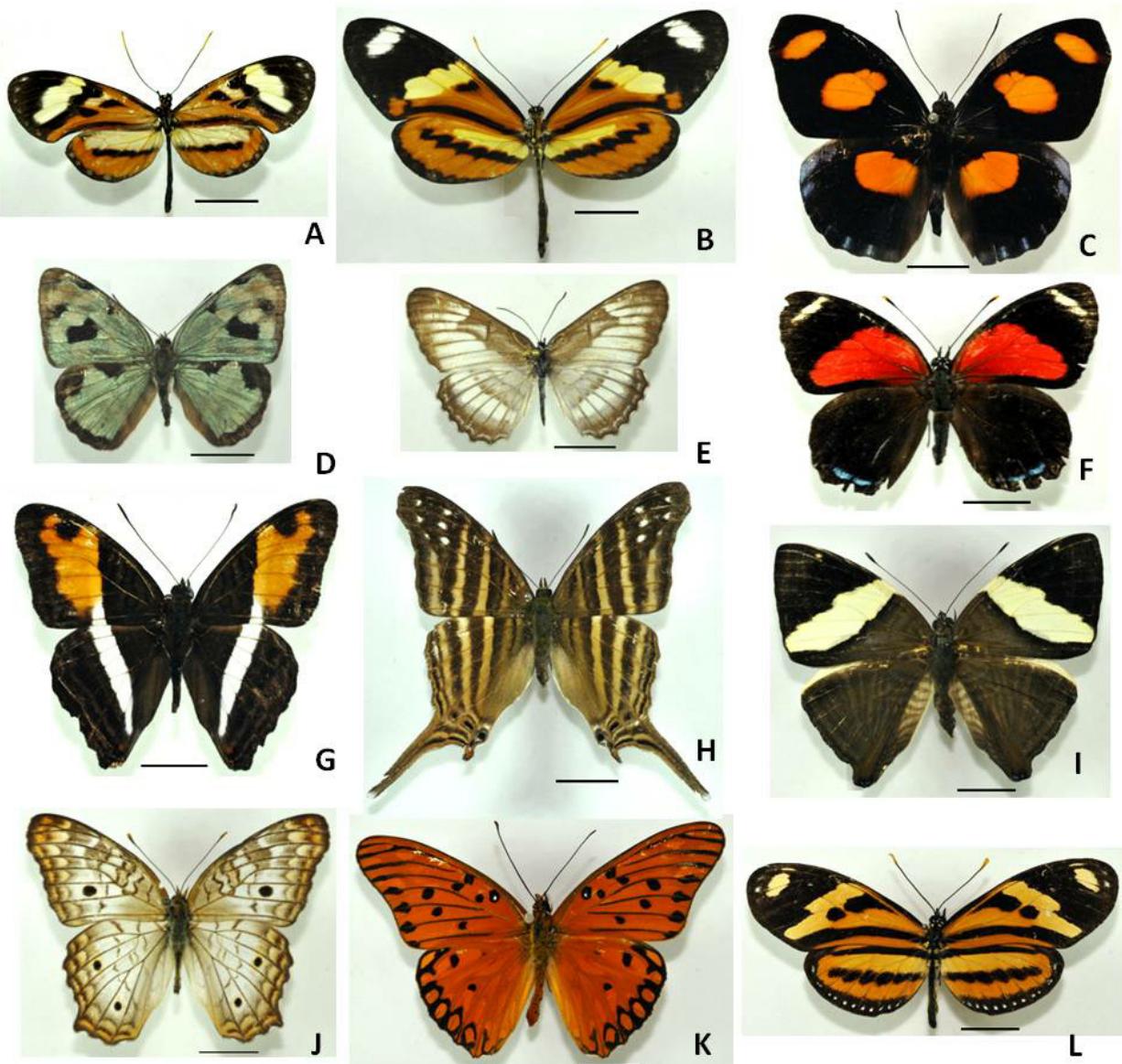


Figura 3: Exemplos de borboletas da família Nymphalidae registradas na RPPN Estação Veracel. A. *Hypothyris euclea laphria*, B. *Mechanitis lysimnia lysimnia* (Danainae), C. *Catonephele numilia penthia*, D. *Dynamine postverta postverta*, E. *Mestra hersilia hypermestra*, F. *Paulogramma pygas pygas* (Biblidinae), G. *Adelpha cocala caninia* (Limenitidinae), H. *Marpesia chiron marius* (Cyrestinae), I. *Colobura dirce dirce*, J. *Anartia jatrophae jatrophae* (Nymphalinae), K. *Dione (Agraulis) vanillae maculosa*, L. *Eueides isabella dianasa* (Heliconiinae) (Escala = 1cm).

Charaxinae foi representada por 10 táxons, com uma fauna similar à do CSC (VILA-VERDE & PALUCH, no prelo). Entretanto, uma rara espécie de Preponini foi registrada, *Prepona claudina claudina* (Godart, [1824]) (Figura 4 D) até o momento conhecida apenas da porção sul da Bahia no Corredor Central da Mata Atlântica (FREITAS et al., 2016; VASCONCELOS et al., 2019) (Figura 4 C-E).

Nove espécies de Heliconiinae foram registradas, a maioria e ampla distribuição geográfica. Contudo, *Dione juno juno* (Cramer, 1779) e *Dryadula phaetusa* (Linnaeus, 1758), táxons comuns e registrados no CSC-BA, e portanto esperados para RPPN EVC, não foram registrados (Figura 3 K-L).

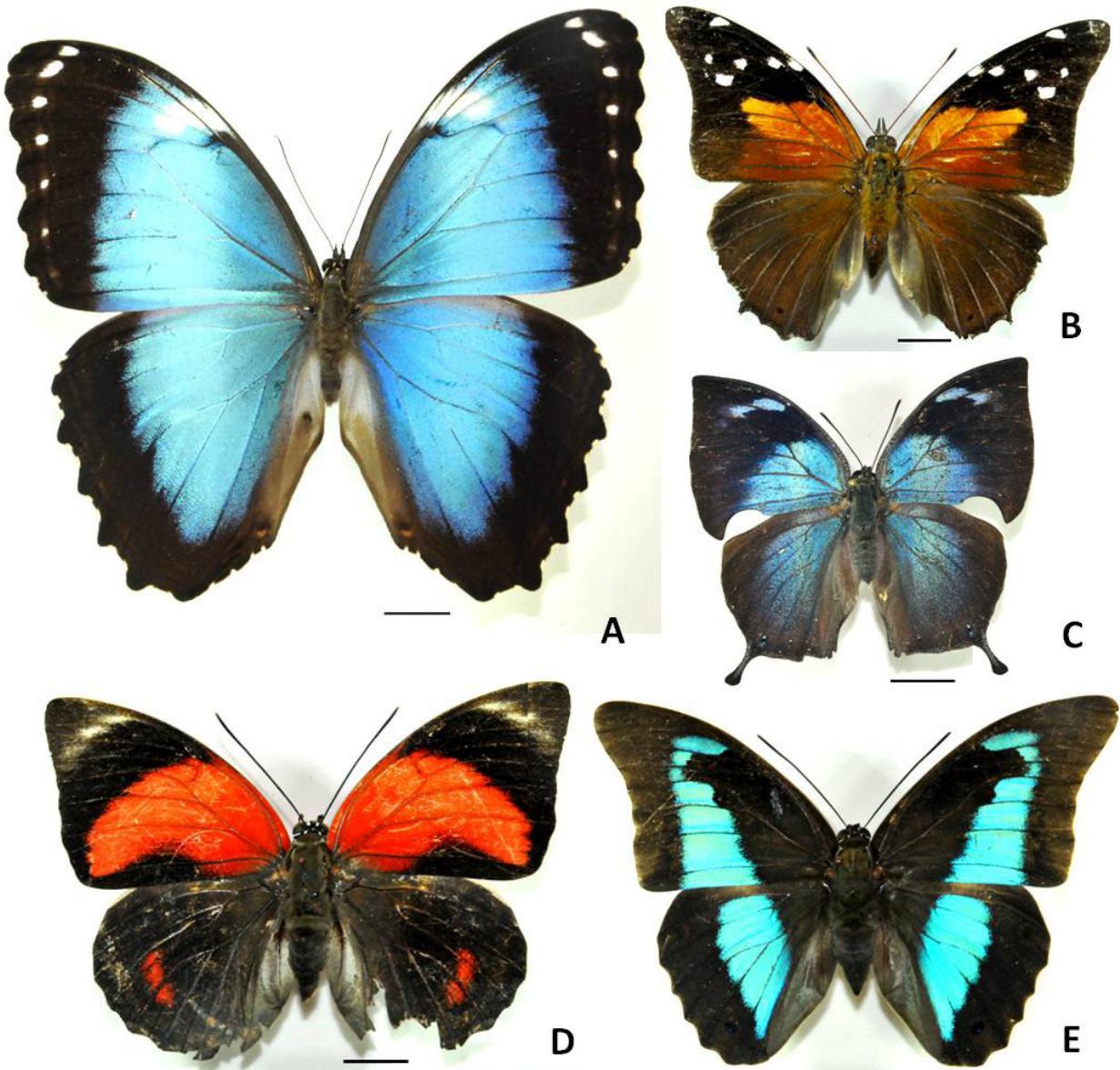


Figura 4: Exemplos de borboletas da família Nymphalidae registradas na RPPN Estação Veracel. A. *Morpho helenor achillaena* (Satyrinae), B. *Historis acheronta acheronta* (Nymphalinae), C. *Memphis moruus stheno*, D. *Prepona claudina claudina*, E. *Prepona laertes laertes* (Charaxinae) (Escala = 1cm).

A maioria das 73 espécies de Hesperiidae registradas representa elementos típicos de borda de mata ou áreas modificadas. Todavia, espécies características de áreas florestadas foram também observadas, como *Phanus australis* L. Miller, 1965 e *Cecropterus (Thorybes) virescens* (Mabille, 1877) (MIELKE et al., 2012). Além disso, *Anatrytone perfida* (Möschler, 1879), *Carystoides noseda* (Hewitson, 1866), *Carystoides sicania sicania* (Hewitson, 1876), *Cymaenes lepta* (Hayward, 1939), *Ectomis (Ectomis) albovenae* (E. Bell, 1932), *Eutocus fabulinus* (Plötz, 1884), *Lerema ancillaris* (A. Butler, 1877) e *Tarsoctenus papias* (Hewitson, 1857) constituem novos registros de ocorrência para a região Nordeste. Ainda, *Tarsoctenus papias*, previamente apenas conhecida para a Amazônia também representa um novo registro para a Mata Atlântica (Figura 2 J-L).

Nenhuma espécie de borboleta ameaçada de extinção foi registrada na RPPN EVC, embora as características de *habitat* (altitude e vegetação) da área e os registros

históricos na região sugeram a ocorrência de algumas dessas, dentre elas: *Heraclides himeros baia* (Rothschild & Jordan, 1906) e *Mimoides lysithous sebastianus* (Oberthür, 1879) (Papilionidae), *Perrhybris pamela flava* (Oberthür, 1896) e *Moschoneura pinthous methymna* (Godart, 1819) (Pieridae), *Mcclungia cymo fallens* (Haensch, 1905), *Melinea mnasias thera* C. Felder & R. Felder, 1865, *Napeogenes rhezia rhezia* (Geyer, 1834) e *Eresia erysice erysice* (Geyer, 1832) (Nymphalidae), *Arawacus aethesa* (Hewitson, 1867) (Lycaenidae), *Drephalys mourei* Mielke, 1968 e *Parelabella polyzona* (Latreille, [1824]) (Hesperiidae), todos táxons típicos de áreas de Mata Atlântica de baixa altitude (FREITAS & MARINI-FILHO, 2011; ICMBIO, 2018).

4 | CONCLUSÃO

Entre as 235 espécies registradas na RPPN EVC nenhuma delas é reconhecida como ameaçada de extinção, entretanto, a reserva abriga uma fauna com espécies raras e endêmicas, como *Mesosemia nyctea fluminensis* J. Zikán, 1952, *Calospila parthaon parthaon*, *Cariomothis erythromelas erythraea*, e *Zelotaea eidothea* (Riodinidae), *Adelpha cocala caninia* e *Prepona claudina claudina* (Nymphalidae). Aguilda de borboletas frugívoras apresentou uma considerável riqueza, sugerindo uma significativa diversidade de outros táxons animais e vegetais. Entretanto, vale ressaltar que a RPPN EVC pode estar sofrendo com a pressão antrópica em função da proximidade com o perímetro urbano de Porto Seguro e a rodovia federal BR367, além de ser cruzada por uma estrada intermunicipal. No momento, não há estudos referentes a corredores e trampolins ecológicos que possam conectar a RPPN EVC com as demais unidades da região como uma estratégia conservacionista. Os dados apresentados neste trabalho somados aos resultados obtidos anteriormente no *Campus Sosígenes Costa* (UFSB) fazem do município de Porto Seguro a localidade com a maior riqueza de borboletas na Mata Atlântica do Nordeste, totalizando 325 espécies até o momento, sendo que a RPPN EVC apresentou 26 registros novos para a região e 11 para o estado da Bahia em destaque *Euselasia eurypus*, *Euselasia hygenius hygenius* e *Euselasia kartopus* (Riodinidae) e *Tarsoctenus papias* (Hesperiidae), espécies conhecidas apenas para o bioma Amazônico, representam também novos registros para o bioma Mata Atlântica.

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Fernando Maia Silva Dias (Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR) pela identificação das espécies de Aneini. Ao Dr. Keith Richard Willmott pela identificação das espécies de Limenitidinae (McGuire Center for Lepidoptera and Biodiversity, Florida Museum of Natural History, Gainesville, United States of America). Ao Dr. Márcio Uehara Prado pela consultoria referente ao protocolo de amostragem com armadilhas VSR. E à

estudante Isabela Borges Paluch (Colégio Montessori, Cruz das Almas, BA) pela realização de fotografias utilizadas no processo de identificação taxonômica e na ilustração deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; MORAES; G. de; LEONARDO, J.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- BATES, H. M. On a collection of butterflies formed by Thomas Belt, ESQ., in the interior of the province of Maranham, Brazil. **Trans. Entomol. Soc. London**, v. 15, n. 7, p. 535-546, 1867.
- BRASIL. **O corredor central da mata atlântica: uma nova escala de conservação da biodiversidade**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, Conservação Internacional e Fundação SOS Mata Atlântica, 2006. 46p.
- BROWN-JR, K. S. Borboletas da Serra do Japi: diversidade, habitats, recursos alimentares e variação temporal. In: MORELLATO, P. L. C. (ed.). **História Natural da Serra do Japi - Ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil**. Editora da Unicamp: Campinas, 1992. p. 142-187.
- BROWN-JR, K. S.; FREITAS, A. V. L. Diversidade de Lepidoptera em Santa Teresa, Espírito Santo. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, 11–12, p. 71–118, 2000a.
- BROWN-JR, K. S.; FREITAS, A. V. L. Atlantic Forest butterflies: indicator for landscape conservation. **Biotropica**, v. 32, p. 934–956, 2000b.
- CARDOSO, A. Lepidópteros de Alagoas. **Revista de Entomologia**, v. 20, n. 1, p. 427-436, 1949.
- CONG, Q.; ZHANG, J.; SHEN, J.; GRISHIN, N. V. Fifty new genera of Hesperiidae (Lepidoptera). **Insecta Mundi**, v. 0731, p. 1-56, 2019.
- EMERY, E. O.; BROWN-JR, K. S.; PINHEIRO, C. E. G. As borboletas (Lepidoptera, Papilionoidea) do Distrito Federal, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 50, n. 1, p. 85-92, 2006.
- EMMEL, T. C.; AUSTIN, G. T. The tropical rain forest butterfly fauna of Rondônia, Brazil: species diversity and conservation. **Tropical Lepidoptera Research**, v. 1, n. 1, p. 1-12, 1990.
- FALCÃO, F.; GUANAES, D.; PAGLIA, A. Medium and large-sized mammals of RPPN Estação Veracel, southernmost Bahia, Brazil. **Check List**, v. 8, n. 5, p. 929-934, 2012.
- FRANCINI, R. B.; DUARTE, M.; MIELKE, O. H. H.; CALDAS, A.; FREITAS, A. V. L. Butterflies (Lepidoptera, Papilionoidea and Hesperioidae) of the “Baixada Santista” region, coastal São Paulo, southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 55, n. 1, p. 55-68.
- FREITAS, A.V.L.; MARINI-FILHO, O.J. **Plano de Ação Nacional para Conservação dos Lepidópteros Ameaçados de Extinção**. Brasília, DF: ICMBio, 2011. 124p.
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. Atlas da Mata Atlântica. Disponível em <[https://www.sosma.org.br/projeto/atlas-da-mata-atlantica/dados-mais-recentes/](https://www.sosma.org.br/projeto/atlas-da-mata-atlantica/dados-mais-recientes/)>. Acesso em: 20.08.2019.
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. Relatório Anual 2018. Disponível em: <<https://www.sosma.org.br/sobre/relatorios-e-balancos/>>. Acesso em: 10.06.2020.

HALL, J. P. W. **A Monograph of the Nymphidiina (Lepidoptera: Riodinidae: Nymphidiini): Phylogeny, Taxonomy, Biology and Biogeography**. Washington, DC: Entomological Society of Washington, 2018. 990 p.

HEIKKILÄ, M.; KAILA, L.; MUTANEN, M.; PEÑA, C.; WAHLBERG, N. Cretaceous origin and repeated tertiary diversification of the redefined butterflies. **Proceedings of the Royal Society**, v. 279, p. 1093-1099, 2012.

ICMBIO (INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE). Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume VII - Invertebrados. *In: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (org.). Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção*. Brasília, DF: ICMBio, 2018. 727p.

ISERHARD, C. A.; UEHARA-PRADO, M.; MARINI-FILHO, O. J.; DUARTE, M.; FREITAS, A. V. L. Fauna da Mata Atlântica: Lepidoptera – Borboletas. *In MONTEIRO, E. L. A.; CONTE, C. E. (org.). Revisões em Zoologia – Fauna da Mata Atlântica*. Curitiba: Editora da UFPR, 2017. p. 57-102.

KAWAHARA, A. Y.; BREINHOLT, J. W.; ESPELAND, M.; STORER, C.; PLOTKIN, D.; DEXTER, K. M.; TOUSSAINT, E. F. A.; ST LAURENT, R. A.; BREHM, G.; VARGAS, S.; FORERO, D.; PIERCE, N. E.; LOHMAN, D. J. Phylogenetics of moth-like butterflies (Papilionoidea: Hedylidae) based on a new 13-locus target capture probe set. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 127, p. 600-605, 2018.

KERPEL, S. M.; ZACCA, T.; NOBRE, C. E. B.; FERREIRA-JR, A.; ARAÚJO, M. X.; FONSECA, A. Borboletas do Semiárido: conhecimento atual e contribuições do PPBIO. *In: BRAVO, F.; CALOR, A. (org.). Artrópodes do Semiárido: biodiversidade e conservação*. Feira de Santana: Printmídia, 2014. p. 245-275.

KESSELRING, J.; EBERT, H. Relação das borboletas encontradas na Mata do Buraquinho, João Pessoa, estado da Paraíba, Brasil. **Rev. Nordest. Biol.**, v. 2, n. 1, p. 105-108, [1982].

LAMAS, G. Checklist: Part 4A. Hesperioidea – Papilionoidea. *In: HEPPNER, J. B. (Ed.). Atlas of Neotropical Lepidoptera*. Gainesville: Association for Tropical Lepidoptera, Inc. Scientific Publishers, 2004. 439 p.

LI, W.; CONG, Q.; SHEN, J.; ZHANG, J.; HALLWACHS, W.; JANZEN, D. H.; GRISHIN, N. V. 2019. Genomes of skipper butterflies reveal extensive convergence of wing patterns. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 116, n. 13, p. 6232-6237, 2019.

LIMA, J. N. R.; ZACCA, T. Lista de espécies de borboletas (Lepidoptera: Hesperioidea e Papilionoidea) de uma área de Semiárido da Região Nordeste do Brasil. **EntomoBrasilis**, 7, n. 1, p. 33-40, 2014.

MAGALHÃES, J. H. R. Estrutura da comunidade arbórea de um remanescente de floresta madura nos tabuleiros costeiros do extremo sul da Bahia, Brasil. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, v. 40, n. 2, p. 93-122, 2018.

MARTINS, L. P.; ARAÚJO-JR, E. C.; MARTINS, A. R. P.; COLINS, M. S.; ALMEIDA, G. C. F.; AZEVEDO, G. G. Butterflies of Amazon and Cerrado remnants of Maranhão, Northeast Brazil. **Biota Neotropica**, v. 17, p. 1-12, 2017.

MELO, D. H. A.; DUARTE, M.; MIELKE, O. H. H.; ROBBINS, R. K; FREITAS, A. V. L. Butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea) of an urban park in northeastern Brazil. **Biota Neotropica**, v. 19, n. 1, p. 1-11, 2019.

MIELKE, C. G. C. Papilionoidea e Hesperioidea (Lepidoptera) de Curitiba e seus arredores, Paraná, Brasil, com notas taxonômicas sobre Hesperiidae. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 11, n. 4 p. 759-776, 1994.

MIELKE, O. H. H.; CARNEIRO, E.; CASAGRANDE, M. M. Lepidopterofauna (Papilionoidea e Hesperioidea) do Parque Estadual do Chandless e arredores, Acre, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 4, p. 285-299, 2010.

MIELKE, O. H. H.; CARNEIRO, E.; CASAGRANDE, M. M. Hesperiidae (Lepidoptera, Hesperioidea) from Ponta Grossa, Paraná, Brazil: 70 years of records with special reference to faunal composition of Vila Velha State Park. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 56, n. 1, p. 59-66, 2012.

MURRAY, D. L. A Survey of the Butterfly Fauna of Jatun Sacha, Ecuador (Lepidoptera: Hesperioidea and Papilionoidea). **Journal of Research on the Lepidoptera**. v. 35, p. 42-60, 2000.

NAKAHARA, S.; LAMAS, G.; TYLER, S.; MARÍN, M. A.; HUERTAS, B.; WILLMOTT, K.R.; MIELKE, O.H.H.; ESPELAND, M. A revision of the new genus *Amiga* Nakahara, Willmott & Espeland, gen. n., described for *Papilio arnaca* Fabricius, 1776 (Lepidoptera, Nymphalidae, Satyrinae). **Zookeys**, v. 821, p. 85-152, 2019.

NEVES, D.A.; PALUCH, M. Estrutura da comunidade de borboletas frugívoras na Mata Atlântica do Litoral Sul da Bahia (Brasil) (Lepidoptera: Nymphalidae). **SHILAP Revista de Lepidopterologia**, v. 44, p. 593-606, 2016.

NOBRE, C. E. B.; IANNUZZI, L.; SCHLINDWEIN, C. Seasonality of Fruit-Feeding Butterflies (Lepidoptera, Nymphalidae) in a Brazilian Semiarid Area. **ISRN Zoology**, v. 2012, p. 1-8, 2012.

NOBRE, C. E. B.; SCHLINDWEIN, C. **Borboletas no Vale do Catimbau**: guia de espécies e flores visitadas. Brasília, DF: Verbis editora, 2016. 279 p.

NOBRE, C. E. B.; SCHLINDWEIN, C; MIELKE, O. H. H. The butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea) of the Catimbau National Park, Pernambuco, Brazil. **Zootaxa**, v. 1751: p. 35-45, 2008.

PALO-JR, H. (ed.). **Borboletas do Brasil**. São Carlos: Editora Vento Verde, 2017. 2400 p.

PALUCH, M.; MIELKE, O. H. H.; LINHARES, L. M.; SILVA, D. C. Butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea) of the Private Reserve of Natural Heritage Fazenda Lontra/Saudade, Itanagra, Northern Coast of Bahia, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 16, p. 1-7, 2016.

PALUCH, M.; MIELKE, O. H. H.; NOBRE, C. E. B.; CASAGRANDE, M. M.; MELO, D. H. A.; FREITAS, A. V. L. Butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea) of the Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho, Caruaru, Pernambuco, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 11, p. 229-238, 2011.

PEREIRA, S.; REZENDE, W. M. A.; CÂMARA, J. T. Borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) da Reserva Biológica do Gurupi, Maranhão, Brasil. **EntomoBrasilis**, v. 11, n. 2, p. 124-138, 2018.

PORTO SEGURO. **Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica de Porto Seguro - Bahia**. 2. edição. Porto Seguro, 2014. 124 p.

RAFAEL, J. A.; CÂMARA, J. T.; MIELKE, O. H. H.; MIELKE, C. G. C.; CARNEIRO, D. R; DIAS, F. M.; LIMA, T. M. A.; BARROS, C. F.; CASAGRANDE, M. M. Lepidoptera: Hesperiidae, Pieridae, Nymphalidae, Lycaenidae, Riodinidae, Saturniidae e Sphingidae. In: MANTOVANI, W; MONTEIRO, R. F.; ANJOS, L.; CARIELLO, M. O. (ed.). **Pesquisas em unidades de conservação no domínio da caatinga: subsídios à gestão**. Fortaleza: UFC. p. 349-380.

REZENDE, C. L.; SCARANO, F. R.; ASSAD, E. D.; JOLY, C. A.; METZGER, J. P.; STRASSBURG, B. B. N.; TABARELLI, M.; FONSECA, G. A.; MITTERMEIER, R. A. From hotspot to hopespot: An opportunity for the Brazilian Atlantic Forest. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 16, n. 4, p. 208-214, 2018.

RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI F. J.; HIROTA, M. M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, n. 6, p. 1141-1153, 2009.

RPPN ESTAÇÃO VERACEL. **Plano de Manejo**. Eunápolis: Veracel Celulose, Gerência de Sustentabilidade, e Conservação Internacional, 2016. 99 p.

SALAZAR-E., J., RODRÍGUEZ, G., CONSTANTINO, L.M. & VARGAS, J.I., 2019.- Contribución al conocimiento del género *Euselasia* Hübner [1819] en Colombia y descripción de nuevos taxa (Lepidoptera: Riodinidae: Nemeobiinae). **Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas**, v. 23, n. 1, p. 98-187, 2019.

SANTOS, E. C.; MIELKE, O. H. H.; CASAGRANDE, M. M. Inventários de borboletas no Brasil: Estado da arte e modelo de áreas prioritárias para pesquisa com vista à conservação. **Natureza e Conservação**, v. 6, n. 2, p. 68-90, 2008.

SERAPHIM, N.; KAMINSKI, L. A.; DeVRIES, P. J.; PENZ, C.; CALLAGHAN, C.; WAHLBERG, N.; SILVA-BRANDÃO, K. L.; FREITAS, A. V. L. Molecular phylogeny and higher systematics of the metalmark butterflies (Lepidoptera: Riodinidae). **Systematic Entomology**, v. 43, n. 2, p. 407-425, 2018.

SILVA, S. M. Mata Atlântica: uma apresentação. In: MONTEIRO, E. L. A.; CONTE, C. E. (org.). **Revisões em Zoologia – Fauna da Mata Atlântica**. Curitiba: Editora da UFPR, 2017, p. 9-24.

VASCONCELOS, R. N.; CAMBUI, E. C. B.; PERES, M. C. L. Borboletas do Parque Metropolitano de Pituaçu, Salvador, Bahia, Brasil. **Sitientibus**, v. 9, n. 2, p. 158-164, 2009.

VASCONCELOS, R. N.; CAMBUI, E. C. B.; MARIANO-NETO, E.; ROCHA, P. L. B.; CARDOSO, M. Z. The role of *Eucalyptus* planted forests for fruit-feeding butterflies' conservation in fragmented areas of the Brazilian Atlantic forest. **Forest Ecology and Management**, v. 432, p. 115–120, 2019.

VILA-VERDE, G.; PALUCH, M. Borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea) de um Fragmento de Mata Atlântica no Sul da Bahia. **EntomoBrasilis**, no prelo.

WAHLBERG, N.; LENEVEU, J.; KODANDARAMAIAH, U.; PEÑA, C.; NYLIN, S.; FREITAS, A. V. L.; BROWER, A. V. Z. Nymphalid butterflies diversify following near demise at the Cretaceous/Tertiary boundary. **Proceedings of the Royal Society**, v. 276, p. 4295–4302, 2009.

WILLMOTT, K. R. **The genus Adelpha: its systematics, biology and biogeography**. Gainesville, US.: Scientific Publishers, 2003. 322 p.

ZACCA, T.; BRAVO, F. Borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) da porção norte da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 12, n. 2, p. 117-126, 2012.

ZACCA, T.; BRAVO, F.; ARAÚJO, M. X. Butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea) from Serra da Jibóia, Bahia State, Brazil. **EntomoBrasilis**, v. 4, n. 3, p. 139-143, 2011.

ZACCA, T.; CASAGRANDE, M. M.; MIELKE, O. H. H.; HUERTAS, B.; BARBOSA, E. P.; FREITAS A. V. L.; MAGALDI, L. M.; ESPELAND, M.; NAKAHARA, S.; WILLMOTT, K. R. Systematics of the butterfly genus *Cissia* Doubleday, 1848 (Lepidoptera: Nymphalidae, Satyrinae) using an integrative approach. **Arthropod Systematics and Phylogeny**, v. 76, n. 2, p. 349-376, 2018.

UTILIZAÇÃO DA DIVERSIDADE DE BORBOLETAS E MARIPOSAS (LEPIDOPTERA) PARA A CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE EM TREMEDAL, BA

Data de aceite: 03/08/2020

Mauricio de Oliveira Silva

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
(UESB)
Itapetinga-BA

Ananda Santos Oliveira

Faculdade Santo Agostinho (FASA)
Vitória da Conquista – BA

Thomas Leonardo Marques de Castro Leal

Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC)
Itabuna-BA

Marcos Anjos de Moura

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
(UESB)
Itapetinga-BA

lepidópteros da Serra do Caititu, Tremedal, Bahia e apresentar para a comunidade tremendalense os dados obtidos sobre sua importância nos ecossistemas. Após a obtenção destes dados, os mesmos foram compartilhados com a comunidade em um aulão que teve um papel essencial de sensibilizar para que as pessoas ajam de modo responsável e consciente. Por fim, o trabalho teve como papel principal muita mais que a problematização, mas movimentar os indivíduos para a transformação e estimular a consciência ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: Borboletas. Diversidade de Espécies. Educação Ambiental. Mariposas.

ABSTRACT: Environmental Education is a process that, individually or collectively, builds social values, skills, attitudes, and competencies aimed at the conservation of the environment. This work sought to bring notions of Environmental Education (EA), belonging, empowerment, and protagonism to residents of the areas surrounding Serra do Caititu, Tremedal, Bahia. The choice of the Lepidoptera group for AS was due to their characteristic of being good bioindicators. Thus, the objective was to identify the diversity of lepidopterans from Serra do Caititu, Tremedal, Bahia, and present the data obtained about their importance in ecosystems

RESUMO: A Educação Ambiental é um processo que o indivíduo ou coletivo constroem valores sociais, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente. Este trabalho buscou levar noções de Educação Ambiental (EA), pertencimento, empoderamento e protagonismo aos moradores das áreas do entorno da Serra do Caititu, Tremedal, Bahia. A escolha do grupo Lepidoptera para a EA foi devido sua característica de serem bons bioindicadores. Com isso o objetivo foi identificar a diversidade de

to the tremendal community. After using this data, it was shared with a community in a group that played an essential role in raising awareness for those responsible for the responsible and conscious way. Finally, work had as its main role much more than problematization, but moving individuals towards transformation and stimulating environmental awareness.

KEYWORDS: Butterflies. Species Diversity. Environmental education. Moths.

INTRODUÇÃO

O desafio da Educação Ambiental é que seja crítica e inovadora, em dois níveis, formal e não formal, além de buscar, acima de tudo, a solidariedade, a igualdade e o respeito as diferenças através de formas democráticas de atuação baseadas em práticas interativas e dialógicas (JACOBI, 2003).

Os processos em que o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade definem a Educação Ambiental - EA (BRASIL, 1999).

Asano e Poleto (2017), afirmam que muitas ações da EA nas escolas estão fragmentadas e desarticuladas com a realidade, ao se trabalhar o tema transversal, os professores e educadores devem promover experiências que levem as pessoas ao contato direto com o mundo que os cerca, para que ocorra uma sensibilização com os ecossistemas e o pertencimento.

Partindo do pressuposto que não se protege o que não se conhece, é preciso conhecer para se preservar a fauna e a flora nativa (SCHERER et al., 2015), é necessário catalogar as espécies locais para que as pessoas tenham conhecimento da biodiversidade nativa e possa conservá-la. Um fator de construção para a conservação das espécies nativas é por meio da EA com trabalhos voltados a esses seres vivos, pois, os meios de comunicação e diversas empresas divulgam a fauna e a flora exótica, contribuindo dessa forma, para a desvalorização da fauna do Brasil (SCHERER et al., 2015). O uso da EA, além de educar, tem um papel essencial de sensibilizar para que as pessoas ajam de modo responsável e consciente (GRZEBIELUKA, KUBIAK & SCHILLER, 2014).

A EA, deve ser uma ferramenta para o pertencimento. Este sentimento está associado ao pertencimento à comunidade em que se vive, ao reconhecer os cuidados com o ambiente em que está inserido e seus laços sociais (SILVA & HESPAHOL, 2016). Segundo Freire e Vieira (2006) etimologicamente esse pertencer refere-se a fazer parte de algo ou de alguma coisa, estabelecendo uma relação entre o indivíduo e o lugar.

Nesse contexto, a Serra do Caititu, Tremedal, Bahia, apresenta uma rica biodiversidade de grande importância para comunidade e pouco conhecida. Não foram encontrados na literatura especializada estudos ecológicos sobre a fauna e flora da região. Assim este

estudo configura-se como parte de um projeto maior denominado: “Diagnóstico Ambiental da Serra do Caititu no Trecho do Olho D’água do Cocho: Subsídios para a criação da Unidade de Conservação em Tremedal-Bahia-Brasil” (SOARES-FILHO et al., 2018).

Partimos de uma análise de subdivisões do filo *Artropoda* composto pela classe *Hexapoda* ou *Insecta*, considerado o grupo com maior quantitativo de espécies descritas, aproximadamente 2,5 a 10 milhões, sendo tão expressivo que é maior que os demais grupos de animais combinados devido ao seu sucesso adaptativo pela diversidade de animais, hábitos alimentares e sucesso reprodutivo (RUPPERT, FOX & BARNES, 2005; FELIX et al., 2010).

Na classificação dos grupos de insetos destacamos a Ordem *Lepidoptera*, que abriga as populares borboletas e mariposas (RUPPERT, FOX & BARNES, 2005). Dentre os aspectos científicos, estes têm sido considerados grupos-chave como bioindicadores, atuando em ecossistemas florestais e agrícolas como desfolhadores, decompositores, presas e hospedeiros de carnívoros (OLIVEIRA et al., 2014). Outra função de grande importância do grupo é o processo de polinização das flores (OLIVEIRA et al., 2014), que gera os frutos, tão necessários a reprodução de espécies vegetais e também para manutenção da teia alimentar.

Para a realização das ações de Educação Ambiental na comunidade tremendalense foi indispensável à apresentação e discussão dos dados coletados com a pretensão de empoderamento aos moradores das proximidades da área pesquisada, por meio de um aulão.

O empoderamento pode ser entendido como o processo de mobilizações e práticas que objetivam promover e impulsionar grupos e comunidades na melhoria de suas condições de vida (KLEBA & WENDAUSEN, 2009). Por meio das ações de empoderamento, pode nascer o protagonismo juvenil, que é a atuação de jovens e adolescentes, através da participação construtiva, envolvendo-se com as questões sociais e da sua juventude (RABÉLLO, 2015). Estas noções de pertencer, empoderar e protagonizar são ações que exigem envolvimento e entrega no processo de intergerencialidade, onde os mais jovens herdam essas noções e passam para as próximas gerações visando a sustentabilidade.

Assim, este trabalho tem o objetivo de avaliar a diversidade de lepidópteros da Serra do Caititu, Tremedal, BA e de análise de uma aula expositiva e participativa visando promover a Educação Ambiental.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na encosta do sudoeste do Planalto Conquistense na Serra do Caititu, situado na zona rural de Tremedal-Ba (Figura 1), distante cerca de 588 quilômetros da capital Salvador, Bahia. Apresenta uma área de tensão ecológica em transição de

dois ou mais tipos de vegetação estacional contínua composta por florestas deciduais e ribeiras, caatingas, carrascos e em bom estado de conservação (IBGE, 2012).

O trecho da Serra do Caititu abriga a nascente Olho d'água do Cocho, localizada no Povoado Quati do município de Tremedal, Bahia, nas coordenadas $41^{\circ}33'39.72''\text{O}$ e $15^{\circ}2'21.17''\text{S}$. Desde 2014, está sendo criado um pleito, coordenado pelo poder público e comunidade para transformar a área em uma Unidade de Conservação (UC). Trata-se de um boqueirão na encosta norte da Serra do Caititu, cuja altitude varia de 600 a 1000 m com inclinação de 54° a 60° . Encosta esta, voltada para bacia do riacho dos Quatis que é parte da bacia do Rio Gavião e a principal fonte de água local.

O clima é caracterizado como semiárido com secas na primavera e chuvas na primavera e verão, com uma temperatura média de $22,8^{\circ}\text{C}$ (RADAMBRASIL, 1981). É uma zona de gradiente ecológico da borda Oeste do Planalto Conquistense e apresenta várias fisionomias vegetais, como, matas ripárias, matas secas (Florestas Deciduais), caatinga “*strictu sensu*”, erval rupestre e carrasco (SOARES-FILHO et al., 2018).



Figura 1. Localização da área de estudo.

Fonte: SEI (2016).

Para o estudo, utilizou-se a metodologia de fotografia científica, proposta por Goltara e Mendonça, (2015) e coleta com frasco mortífero (UTFPR, 2010), dessa forma, foram observadas, fotografadas e coletadas todas as espécies de lepidópteros encontrados durante uma semana de coleta na Serra do Caititu em fevereiro de 2016, verão.

As fotografias foram feitas com uso de câmera digital modelo Kodak Pixpro AZ501 e de smartphones. A utilização da imagem fotográfica em pesquisas científicas e

trabalhos técnicos não se detêm a compor trabalhos como ilustração de ideias e sim, em muitos casos, a fotografia faz parte do método de apreensão de determinado assunto e demonstração propositiva do mesmo (GOLTARA & MENDONÇA, 2015) e conduzem à melhores diagnósticos da realidade. Os espécimes coletados foram alocados em frascos mortíferos, boca larga com 300 ml de capacidade, composto com acetato de etila, um papel toalha e um papel absorvente para que morram rapidamente e sejam levados para a montagem (UTFPR, 2010).

Os lepidópteros foram identificados com uso de bibliografia especializada e foi esquematizada uma tabela de espécies. Após a identificação e organização dos dados sobre os lepidópteros, montou-se uma aula expositiva-participativa apontando as características importantes do grupo como polinização, importância na agricultura, na teia alimentar e na saúde do ambiente natural.

Após esta etapa, foi apresentado em um aulão comunitário ministrado pelo professor e alunos licenciandos em Ciências Biológicas da disciplina Ecologia de Campo para um público-alvo: técnicos, professores e comunidade local, que foi noticiado em um blog, registrada em vídeo e disponibilizado na plataforma Youtube®.

O aulão não formal exige estratégias diferenciadas da EA Formal, além do diagnóstico ambiental, dos estudos das borboletas da região, foi necessário utilizar métodos criativos, dinâmicos e que ocorresse a participação da população, valorizando os diversos saberes para a construção e reconstrução do conhecimento, a utilização de fotos e linguagem facilitada sem muitos jargões foi indispensável para atingir o público multicultural presente.

Outra forma de chamar atenção foi elencar a importância de polinizadores na agricultura familiar. Enfatizar a definição de praga como um desequilíbrio ecológico e do papel do ser humano neste processo, a implicação dos problemas causados pelo uso abusivo de agrotóxicos, pesticidas e da monocultura.

Para a análise da aula foi utilizada o método qualitativo por observação e participação que constituem metodologia com participação orgânica do pesquisador na realidade social em foco onde a pesquisa participante tem um papel ético-político (VASCONCELOS, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por este trabalho foram identificadas 24 espécies de lepidópteros adultos, sendo três da subordem Heterocera (mariposas), normalmente noturnas e 21 Rophalocera (borboletas), geralmente diurnas (Tabela 1). Os nichos ecológicos mais presentes nas observações em campo são camuflagem, alimentação (herbivoria), polinização, mimetismo e reprodução.

Observa-se que nos estudos feitos por Zacca e Bravo (2012) identificaram 169 espécies de borboletas em sete áreas da Chapada Diamantina, já no trabalho de Lima e Zacca (2014), determinaram 121 espécies do semiárido baiano, evidenciando um número

maior de espécies. Contudo para um levantamento preliminar é um bom indicador de conservação, e significa que estudos mais detalhados na serra podem revelar uma maior riqueza do grupo (SOARES-FILHO et al., 2018).

Subordem	Família	Espécie (nome científico)	Nome popular	Praga*
Heterocera				
1	Erebidae	<i>Ascalapha odorata</i> (Linnaeus, 1758)	Bruxa-preta	Não
2		<i>Melanis xenia xenia</i> Hewitson, (1853)	Mulata-dentada	Não
3	Crambidae	<i>Diaphania hyalinata</i> (Linnaeus, 1767)	Broca-das-cucurbitáceas.	Sim
Rophalocera				
Cyrestinae				
4		<i>Marpesia chiron</i> (Fabricius, 1775)	Borboleta-asas-de-punhal-listrada	Não
Hesperiidae				
5		<i>Callimormus cf. interpunctata</i> (Plötz, 1884)	Borboletinha-capitão	Não
6		<i>Episcada hymenaea hymenaea</i> (Prittitz, 1865)	Borboleta-fantasma	Não
7		<i>Aguna asander cf. asander</i> (Hewitson, 1867)		Não
Nymphalidae				
8		<i>Agraulis vanillae</i> (Linnaeus, 1758)	Julia ou Borboleta-laranja	Sim
9		<i>Dryas iulia alcionea</i> (Cramer, 1779)	Julia ou Labareda	Sim
10		<i>Dynamine aff. postverta</i> (Cramer, 1780)		Sim
11		<i>Hamadryas amphinome amphinome</i> (Linnaeus, 1767)	Estaladeira	Não
12		<i>Hamadryas chloe rhea</i> (Fruhstorfer, 1907)	Estaladeira	Não
13		<i>Hamadryas iphthime iphthime</i> (Bates, 1864)	Estaladeira-marrom	Não
14		<i>Hamadryas</i> sp 1.	Estaladeira	
15		<i>Heliconius erato phyllis</i> (Fabricius, 1775)	Borboleta-castanha-vermelha	Sim
16		<i>Heliconius sara apseudes</i> (Hübner, 1806)		Sim
17		<i>Hypna clytemnestra cf. forbesi</i> (Godman & Salvin, 1884);	Asa-de-folha	Não
18		<i>Lycorea halia discreta</i> (Haensch, 1909)		Não
19		<i>Mestra hersilia cf. hypermestra</i> (Hübner, 1825)		Não
20		<i>Morpho helenor achillaena</i> (Hübner, 1823);	Borboleta-azul	Não

21	<i>Placidina euryanassa</i> (C. Felder & R. Felder, 1860)	Maria-boba	Não
	Papilionidae		
22	<i>Heraclides anchisiades capys</i> (Hübner, 1809)	Rosa-de-luto	Sim
	Pieridae		
23	<i>Battus polydamas polydamas</i> Linnaeus (1758)		Não
24	<i>Anteos clorinde</i> (Godart, 1824)		Não

Tabela 1. Lista de espécies de Lepidoptera encontradas na Serra do Caititu - Tremedal - BA – Brasil

Legenda: *Algumas espécies são consideradas praga agrícola.

A espécie *Heliconius sara apseudes* é a mais abundante da coleta sendo observada na floresta em todos seus estágios de vida (ovo - larva - pupa - adulto), observa-se que estão em período reprodutivo e que assim que saíam do casulo (pupa) já realizam a cópula (Figura 2A), e existe um grande panapaná da mesma.



Figura 2. A) *Heliconius sara apseudes* em cópula. B) *Agraulis vanillae* (julia) visitando *Heliotropium* sp. (Boraginaceae). C) *Callimormus* cf. *interpunctata* (borboletinha-capitão).

As famílias com maiores riquezas de espécies são Nymphalidae com 14 espécies (59%) e Hesperiidae com 3 espécies (13%). Resultado semelhante ao estudo de Zacca e Bravo (2012) na Chapada Diamantina, no qual Nymphalidae, foi a família mais representativa, com 82 espécies (50%), seguida de Hesperiidae, com 40 espécies (23%).

No estudo realizado em Itanagra, Bahia, Paluch et al. (2016) registrou, 260 espécies, sendo Nymphalidae, 87 espécies (33,5%) e Hesperiidae, 83 espécies (32%). Porém, pelos dados coletados não é possível fazer inferências mais aprofundadas, mas é suficiente para descrever o quantitativo de espécies descritas.

Um nicho ecológico dos lepidópteros é a polinização, sendo estas da guilda dos polinizadores. A maioria das borboletas alimenta-se de néctar e como polinizadores são consideradas ineficientes (WIKLUND et al., 1979). Porém, estudos recentes sugerem mudanças, como nas famílias botânicas Orchidaceae, Verbenaceae, Apocynaceae,

Rubiaceae, Cucurbitaceae, Caryophyllaceae e Fabaceae que são expressivamente polinizadas por lepidópteros (CRUDEN & HERMANN-PARKER, 1979; WILLMER, 2011 apud OLIVEIRA et al., 2014).

Em estudos realizados com a tribo Ithomiinae (Lepidoptera: Nymphalidae), suas espécies tiveram como principal nicho ecológico a polinização das orquídeas. Como demonstrado por Pansarin (2003), as lepidópteras são os principais polinizadores de *Epidendrum paniculatum* Ruiz & Pavón (Orchidaceae).

Das espécies coletadas, as borboletas *Agraulis vanillae* (Nymphalidae) (Figura 2B) são amplamente reconhecidas como praga das culturas do maracujazeiro (PONTELLO et al., 2015), podendo causar desfolhamento completo das plantas. Existem registros de ataques em diversas espécies de maracujá (*Passiflora* sp. - Passifloraceae) (BOIÇA-JR et al., 1999; JIMENEZ, 2016).

Segundo Hoskins (2012), as espécies de maracujazeiros sofreram um processo evolutivo. Desenvolveram estratégias de defesa contra as borboletas, como a produção de pseudoestípulas nas hastes das folhas induzindo a postura de ovos e dias depois cai eliminando-os das plantas. Outras passifloras produzem pequenos tubérculos nas estípulas que imitam os ovos de Heliconiine, induzindo a borboleta a pensar que a planta está sobrecarregada com os ovos evitando uma nova oviposição (HOSKINS, 2012).

Dentre os inimigos naturais de Heliconiine existe a vespinha da espécie *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae), um endoparasitoide das pupas (ROSS et al., 2001).

Por outro lado, a espécie *Callimormus* cf. *interpunctata* (Figura 2C), pode ser encontrada em vários ambientes, há registros da sua ocorrência em fragmentos urbanos de floresta ombrófila mista, floresta estacional decidual e semidecidual, campos e pampa (PEREIRA et al., 2015; SILVA et al., 2017), e não é considerada uma praga agrícola, pois está mais associada a ambientes silvícolas.

Quando adultas, as borboletas e mariposas são importantes na polinização, e quando larvas (lagartas), se alimentam das folhagens de diversas espécies vegetais, sendo algumas espécies consideradas pragas agrícolas. (SOUSA, 2006?)

Contudo, estudos têm mostrado a presença de propriedades ativas na hemolinfa de artrópodes, podendo ser úteis para o desenvolvimento de novas drogas farmacológicas, como detectado na existência de uma propriedade antiviral na hemolinfa da lagarta venenosa da mariposa *Lonomia obliqua* Walker, 1885 (Saturniidae) (CARMO et al., 2012).

Portanto, a necessidade de conservação de lepidópteros vai além das suas funções ecológicas diretas, passando a ser também de interesse em saúde pública (RUBIO, 2001; GARCIA & DANNI-OLIVEIRA, 2007). Consequentemente, a conservação da vegetação e fauna da Serra do Caititu também implica na conservação de espécies de artrópodes com potencial farmacológico (CARMO et al., 2012; SOARES-FILHO et al., 2018).

Não foram detectadas espécies de lepidópteros ameaçadas de extinção, mas é provável que algumas subespécies, cuja determinação apresenta-se incerta, seja

novidade para a ciência, o que implica numa razoável possibilidade de endemismos no nível subespecífico.

A maioria das espécies de lepidópteras encontradas estão associadas à ambientes silvícolas e não são consideradas pragas. Indicando a espécie como bioindicadora para estudos em conservação na área, haja vista que esta riqueza, sob uma perspectiva ecológica propriamente dita, significa a existência de um elevado número de nichos ecológicos e uma ampla teia alimentar.

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2012), aproximadamente 80% da Caatinga já está alterada. A antropização e a fragmentação de suas florestas estacionais têm reduzido habitats, a área de vida e os recursos para a sobrevivência de plantas e animais de todas categorias e tamanhos.

A região de Tremedal sofreu com a destruição e alteração dos habitats selvagens, causadas por desmatamento e queimadas que vêm ocorrendo e ameaçam a fauna (SOARES-FILHO et al., 2018). Logo a preservação de locais que sirvam como refúgios, abrigos e áreas de reprodução, tais como florestas estacionais, cerrados, caatingas, charcos e áreas rupestres é fundamental para sobrevivência das espécies residentes de artrópodes e para equilíbrio do ecossistema, bem como para controle populacional de insetos que podem se tornar pragas agrícolas devido esses desequilíbrios ambientais (SOARES-FILHO et al., 2018).

O autor Leonardo Boff (2012) aponta que para que haja a transformação da realidade a partir da sustentabilidade, deve-se entender que para serem sustentáveis, as atitudes perante o meio ambiente devem ter uma abordagem mais holística e: a) Sustentar todas as condições necessárias para o surgimento dos seres; b) Sustentar todos os seres sem antropocentrismo; c) Sustentar especialmente a Terra viva; d) Sustentar também a comunidade de vida; e) Sustentar a vida humana; f) Sustentar a continuidade do processo evolutivo; g) Sustentar o atendimento das necessidades humanas; h) Sustentar a nossa geração e aquelas que nos seguirão.

Os dados foram analisados em todo o processo e no andamento da atividade o público-alvo estava bem envolvido e participativo nas discussões, perguntavam sobre o que não compreendiam e sobre conceitos. Segundo Bizzo (2009) abordagem conceitual e atividades iniciais de levantamento de problemáticas são de grande relevância, pois levam aos participantes uma simulação da realidade de forma clara e objetiva.

Assim, foram transcritas algumas falas dos participantes do aulão, conforme explicitado abaixo:

Professor Municipal: - “Trabalho sobre a biodiversidade agrega muito para os projetos escolares e dados que subsidiarão a criação da Unidade de Conservação”.

Professor Estadual: - “O trabalho tomou uma dimensão enorme, ampliando como vários estudos sobre aves, vegetação e insetos, etc.”.

Secretaria de Agricultura: - “O projeto trouxe uma abordagem interdisciplinar para

o município, já está confirmado o próximo aulão com outra disciplina”.

O filo Arthropoda pode ser utilizado em diversas aulas e para compreender os ecossistemas e relações ecológicas, como Viana-Junior e Oliveira-Neto (2018) avaliaram que 60% de um grupo de 30 pessoas entrevistadas, entendiam os benefícios das teias de aranha (Arachnida) em suas residências e compreendiam a necessidade da conservação dessa classe.

Em uma proposta relativa à conservação, Teodoro et al. (2016), apontaram que atividades com exposição de coleções entomológicas, palestras interativas, mostra de vídeos e questionários sobre os principais grupos de insetos ajudam no conhecimento e conservação dos artrópodes.

Em outro trabalho com lepidópteros, Petená et al. (2015) observaram que o borboletário Laerte Brittes de Oliveira em Diadema, São Paulo, é uma ferramenta de Educação Ambiental não formal por possibilitar aos visitantes a interação direta com as borboletas, conhecer seu ciclo de vida e incentivar a conservação ambiental. Enquanto Moraes e Amaral (2015), utilizaram a fotografia no borboletário do Museu Nacional para prática educativa e perceberam que seus alunos estavam animados em fotografar e aprender mais sobre entomologia.

O aulão como instrumento didático conscientizador com abordagem do tema *Nicho ecológico de Lepidoptera (Hexapoda) na Serra do Caititu, Tremedal - BA* possibilita aos participantes perceberem que as inter-relações das espécies mantêm o equilíbrio de um ecossistema e insetos como lepidópteras são primordiais na manutenção dos recursos naturais, e observa-se que a comunidade apresenta boa receptividade a atividade.

Em seu trabalho sobre EA, Veras (2019) considera que, para que possamos elaborar estratégias de conservação e preservação do meio ambiente, faz-se necessário conhecer esse meio a partir do modo de ver das populações que fazem parte dele. Quando se trabalha o Meio Ambiente como parte integrante de cada um de nós, pode-se perceber que ao degradarmos o ambiente e aos destruirmos os recursos naturais, destruímos também toda e qualquer forma de vida do planeta (VERAS, 2019).

CONCLUSÃO

Foram encontradas 24 espécies de Lepidoptera, 3 mariposas, 21 borboletas, com a famílias mais ricas Nymphalidae (59%), Hesperiidae (13%), Erebidae (8%) e Pieridae (8%). A espécie *Heliconius sara apseudes* foi observada em panapaná em época reprodutiva.

A proposta de aulão apresentou bons resultados na dinâmica em grupo, que estavam bem receptivos para o tema abordado, participativo, esclarecendo dúvidas e de forma dinâmica e didática, pois trabalhar com a diversidade de borboletas e problemáticas ambientais relacionadas ao ecossistema estudado embasaram os dados que serviram como proposta para subsidiar a área como unidade de conservação e principalmente

auxiliar a comunidade no conhecimento da biodiversidade local.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), ao herbário da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (HUESB), ao Laboratório de Biodiversidade do Semiárido (LABISA) e ao grupo Tremedal Ecológico.

REFERÊNCIAS

ASANO, J. G.; POLETTO, R. S. Educação ambiental: em busca de uma sociedade sustentável, e os desafios enfrentados nas escolas. *Caderno Pedagógico*, v.14, n.1. p.92-102, 2017.

BOFF, L. Sustentabilidade: O Que É - o Que Não É. Editora Vozes. Petrópolis, RJ. 2012. 200p.

BIZZO, N. M. V. Ciências: fácil ou difícil? São Paulo: Biruta, 2009.

BOIÇA-JR, A. L.; LARA, F. M.; OLIVEIRA, J. C. Efeito de genótipos de maracujazeiro (*Passiflora spp.*) e da densidade larval na biologia de *Dione juno juno* (Cramer) (Lepidoptera: Nymphalidae). *An. Soc. Entomol. Bras.*, v.28, n.1, p.41-47, 1999.

BRASIL. Lei nº 9795. Dispõe sobre a Educação Ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Brasília: 1999. Disponível em:<<http://portal.mec.gov.br/secad/arquivos/pdf/educacaoambiental/lei9795.pdf>>. Acesso em: 22 out. 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Contexto, Características e Estratégias de Conservação. 2012. Disponível em:<<http://www.mma.gov.br/informma/item/191-departamento-de-conservacao%C3%A7%C3%A3o-da-biodiversidade-minist%C3%A9rio-do-meio-ambiente.html>>. Acesso em: 22 abr 2020.

CARMO, A. C.; GIOVANNI, D. N.; CORRÊA, T. P.; MARTINS, L. M.; STOCCO, R. C.; SUAZO, C. A.; MORAES, R. H.; VEIGA, A. B.; MENDONÇA, R. Z. Expression of an antiviral protein from *Lonomia obliqua* hemolymph in baculovirus/insect cell system. *Antiviral Research*. v.94. p.126–130, 2012.

CRUDEN, R. W.; HERMANN-PARKER, S. M. Butterfly pollination of *Caesalpinia pulcherrima* with observations on a psychophilous syndrome. *Journal of Ecology*, v.67, p.155-168, 1979.

FELIX, M.; ALMEIDA, C. E.; SERRA-FREIRA; N. M.; COSTA, J. *Insetos: uma aventura pela biodiversidade*. Rio de Janeiro, 1º ed, Editora Otten, 2010.

FREIRE, J. C.; VIEIRA, E. M. Uma escuta ética de psicologia ambiental. *Psicologia & Sociedade*; 18 (2): 32-37, 2006.

GARCIA, C. M.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. Ocorrência de acidentes provocados por *Lonomia obliqua* Walker, no Estado do Paraná, no período de 1989 a 2001. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v. 40, n.2, p. 242-246, 2007.

GOLTARA, G. B.; MENDONÇA, E. M. S. O Emprego da fotografia como método de análise da transformação da paisagem - o caso de Anchieta. *Paisagem e Ambiente*, v.01, n.36, p.119-136, 2015.

GRZEBIELUKA, D.; KUBIAK, I.; SCHILLER, A. M. Educação Ambiental: a importância deste debate na Educação Infantil. *Revista Monografias Ambientais – REMOA*, v.13, n.5, p. 3881-3906, 2014.

HOSKINS, A. Learn about Butterflies the complete guide to the world of butterflies and moths. 2012. Disponível em: <http://www.learnaboutbutterflies.com/index.htm>. Acesso em: 19 set 2018.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades do Brasil, 2012. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php?lang=>>> Acesso em: 27 abr. 2020.

JACOBI, P. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. *Cadernos de Pesquisa*, n.118. p.189-205, 2003.

JIMENEZ, C. M. Plasticidade fenotípica e evolução da estrutura mandibular de Heliconiini (Lep: Nymphalidae) em relação ao uso da planta hospedeira (*Passiflora L.*). 2016. Tese (Doutorado em Ecologia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2016.

KLEBA, M. E.; WENDAUSEN, A. Empoderamento: processo de fortalecimento dos sujeitos nos espaços de participação social e democratização política. *Saúde e Sociedade*, v.18, n.4, p.733-743, 2009.

LIMA, J. N. R.; ZACCA, T. Lista de espécies de borboletas (Lepidoptera: Hesperioidea e Papilionoidea) de uma área de semiárido na região Nordeste do Brasil. *EntomoBrasilis*, v.1, p.33-40, 2014.

MORAES, V. S.; AMARAL, M. B. Livres pra voar: o Museu Nacional do Rio de Janeiro nas imagens e palavras de uma professora e seus alunos do Ensino Médio. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v.8, n.2, p.33-51, 2015.

OLIVEIRA, M. A.; GOMES, C. F. F.; PIRES, E. M.; MARINHO, C. G. S.; LUCIA, T. M. C. D. Bioindicadores ambientais: insetos como um instrumento desta avaliação. *Rev. Ceres*, v.61, Supl., p.800-807, 2014.

OLIVEIRA, R.; DUARTE-JR, J. A.; RECH, A. R.; ÁVILA-JR, R. S. Polinização por lepidópteros. In: RECH, A. R.; AGOSTINI, K.; OLIVEIRA, P. E.; MACHADO, I. C. Biologia da polinização. Editora Projeto Cultural. Rio de Janeiro, 1ª Edição. 2014. 527p.

PALUCH, M.; MIELKE, O. H. H.; LINHARES, L. M.; SILVA, D.C. Butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea) of the Private Reserve of Natural Heritage Fazenda Lontra/Saudade, Itanagra, Northern Coast of Bahia, Brazil. *Biota Neotropica*, v.16, n.1, p. 1-7, 2016.

PANSARIN, E. R. Biologia reprodutiva e polinização em *Epidendrum paniculatum* Ruiz & Pavón (Orchidaceae). *Revista Brasileira de Botânica*, v.26, n.2, p.203-211, 2003.

PEREIRA, L. L.; LEITE, L. A. R.; BRUGIOLI, S. S. S. Riqueza de Lepidoptera (Papilionoidea e Hesperioidea) em dois fragmentos urbanos de floresta ombrófila mista no Campus da Universidade Federal do Paraná (Curitiba, Paraná, Brasil) *Revista Brasileira de Zoociências*, v.16, p.105-121, 2015.

PETENÁ, A.; VIESBA, L.; SANTANA, S.; VIEIRA, J.; VIESBA, E. O Borboletário Laerte Brittes de Oliveira enquanto ferramenta de educação ambiental informal em Diadema, São Paulo. In: Encontro de Educação Ambiental do Grande ABC, 2015, Santo André. Anais... Santo André, 2015.

RABÉLLO, M. E. D. L. O que é protagonismo juvenil? Centro de Defesa da Criança e do Adolescente Yves de Roussan – CEDECA-BA. 2015. 4p. Disponível: <<http://cedeca.org.br/conteudo/noticia/arquivo/39DA691A-FD4E-D119-3DAE60914B0999AE.pdf>> Acesso em: 22 abr. 2020.

RADAMBRASIL. Folha SD. 24 Salvador: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra / Projeto RADAMBRASIL. Rio de Janeiro. 1981.

ROSS, G. N.; FALES, H. M.; LLOYD, H. A. T.; JONES, T.; SOKOLOSKI, E. A.; MARSHALL, B. K.; BLUM, M. S. Novel chemistry of abdominal defensive glands of nymphalid butterfly *Agraulis vanillae*. *Journal of Chemical Ecology*, v.27, p.1219–1228, 2001.

RUBIO, G. B. G. Vigilância epidemiológica da distribuição da lagarta *Lonomia obliqua* Walker, 1855, no Estado Paraná, Brasil. Caderno de Saúde Pública, v.17, n.4, p. 1036, 2001.

RUPPERT, Edward E.; FOX, Richard S.; BARNES, Robert D. Zoologia dos Invertebrados: Uma abordagem funcional evolutiva. 7º Ed., Editora Guanabara Rocca, São Paulo – SP, 2005.

SCHERER, H. J.; ESSI, L.; PINHEIRO, D. K. O conhecimento da biodiversidade: um estudo de caso com estudantes de graduação de uma universidade brasileira. Revista Monografia Ambientais, v.2, p.49-58, 2015.

SILVA, J. M.; KMOSCOSO, G.; ZURSCHIMITEN, M. P. V.; CUNHA, S. K.; SILVA, E. J. E.; GARCIA, F. R. M. Borboletas em floresta estacional semidecidual e campos do bioma Pampa, Brasil (Lepidoptera: Papilionoidea). SHILAP: Revista de Lepidopterología, v.45, n. 45, p.357-368, 2017.

SILVA, J. S.; HESPAÑOL, R. A. M. Discussão sobre comunidade e características das comunidades rurais no município de Catalão (GO). Sociedade & Natureza, v.28, n.3, p.361-374, 2016.

SOARES-FILHO, A. O. Diagnóstico ambiental da Serra do Caititu no trecho do Olho d'água do Cocho: subsídio para criação da Unidade de Conservação em Tremedal-Bahia-Brasil. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Herbário HUESBVC, Vitória da Conquista, Bahia. 2018, 106p.

SOUSA, E. S. Borboletas e mariposas. Fauna de lepidópteros do bioma Cerrado. Agência de Informação EMBRAPA. 2006?. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_81_911200585235.html>. Acesso em: 22 abr. 2020.

TEODORO, T. B. P.; HOFFMAN, M.; SANTOS, G. C. S.; ALPANDRE, G. G. A educação ambiental e os insetos: aprendizado interativo nas escolas públicas de Campos dos Goytacazes, RJ. Revista UNIVAP, v.22, n.40, 2016.

UTFPR. Universidade Tecnológica Federal do Paraná *campus Dois Vizinhos*. Coleta e montagem de insetário. 2010. 14p.

VASCONCELOS, E. M. Manual operativo para pesquisas interdisciplinares e interparadigmáticas: Parte II. 3. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2007. 292p.

VERAS, E. C. R. Relato de experiência acerca da educação ambiental para o reflorestamento em áreas degradadas na bacia hidrográfica do Tarumã-açu em Manaus-AM, Brasil. Educação Ambiental em Ação, v.18, n.69, p.1-12, 2019.

VIANA-JUNIOR, A. P. C.; OLIVEIRA-NETO, F. M. Percepção ambiental e ecológica dos moradores do Bairro Pipisa em Campo Maior – PI sobre aracnídeos. Educação Ambiental em Ação, v.64, a.17, p. 1-7, 2018.

WIKLUND, C.; ERIKSSON, T.; LUNDBERG, H. The wood white butterfly *Leptidea sinapis* and its nectar plants: a case of mutualism or parasitism? Oikos, v.33. p.358-362, 1979.

ZACCA, T.; BRAVO, F. Borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) da porção norte da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. Biota Neotropica, v.12, n.2, p.117-126, 2012.

ANÁLISE DA QUALIDADE DO AR REGIÃO CENTRAL DE UBERLÂNDIA: ANÁLISE QUANTITATIVA DE PARTÍCULAS INALÁVEIS (MP₁₀)

Data de aceite: 03/08/2020

Data de submissão: 03/06/2020

Isaac Francisco da Silva

Universidade de Uberaba
Uberaba-MG

<http://lattes.cnpq.br/2926084347116634>

Euclides Antônio Pereira de Lima

Universidade de Uberaba
Uberaba-MG

<http://lattes.cnpq.br/2575676960514838>

João Victor Delfino Silva

Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia-MG

<http://lattes.cnpq.br/4758493600285416>

ar de Uberlândia vêm sendo realizados pelo grupo de pesquisa em sistemas particulados da Faculdade de Engenharia Química da Universidade Federal de Uberlândia desde 2003 com recente parceria com a Universidade de Uberaba. Nestes estudos vem sendo analisados dados da qualidade do ar, obtidos com equipamentos específicos AGV MP₁₀. O objetivo principal é apresentar os níveis de concentração de partículas inaláveis obtidos entre os anos de 2012 a 2016, levando em consideração dados coletados nos períodos secos e úmidos de acordo com os dados climatológicos obtidos pelo INMET. Esses dados foram comparados com a Resolução CONAMA 491/18.

PALAVRAS-CHAVE: Monitoramento, Poluição, Concentração de partículas.

RESUMO: A poluição provocada por material particulado é um problema que pode afetar a saúde da população e está presente nos grandes centros urbanos e expandindo para demais regiões de acordo com o crescimento populacional e industrial. A cidade de Uberlândia no Estado de Minas Gerais, está inserida neste crescimento populacional e industrial. E de acordo com esse crescimento, observa um aumento de pessoas e da frota de veículos no período dos anos de 2012 a 2016 analisados nesta pesquisa. Estudos sobre a qualidade do

ANALYSIS OF AIR QUALITY CENTRAL REGION OF UBERLAND: QUANTITATIVE ANALYSIS OF INALABLE PARTICLES (MP₁₀)

ABSTRACT: Pollution caused by particulate matter is a problem that can affect the health of the population and is present in large urban centers and expanding to other regions according to population and industrial growth.

The city of Uberlândia in the State of Minas Gerais, is inserted in this population and industrial growth. And according to this growth, there is an increase in people and the vehicle fleet in the period from 2012 to 2016 analyzed in this research. Studies on the air quality of Uberlândia have been carried out by the research group on particulate systems at the Faculty of Chemical Engineering at the Federal University of Uberlândia since 2003 with a recent resemblance to the University of Uberaba. In these studies air quality data has been analyzed, obtained with specific equipment AGV MP₁₀. The main objective is to present the concentration levels of inhalable particles obtained between the years 2012 to 2016, taking into account data collected in the dry and wet periods according to the climatological data obtained by INMET. These data were compared with CONAMA Resolution 491/18.

KEYWORDS: Monitoring, Pollution, Particle Concentration.

1 | INTRODUÇÃO

A cidade de Uberlândia vem apresentando um crescimento demográfico em ritmo acelerado de 3,5% ao ano, enquanto que a média nacional é de 1,4% ao ano. Sua população conta com aproximadamente 700 mil habitantes, sendo a segunda maior cidade de Minas Gerais em termos populacionais e a trigésima em âmbitos nacionais segundo fonte do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística no ano de 2016. Com tamanho crescimento, isso traz a essa cidade, os problemas como a poluição atmosférica e como fonte podemos citar os numerosos índices da frota de automóveis local com aproximadamente 417.089 mil veículos de acordo com pesquisa do ministério das cidades e departamento nacional de transito. (SILVA I.F, 2018).

A qualidade do ar é determinada pela interação entre fontes de poluição e a atmosfera e pelas condições meteorológicas locais, que influem na dispersão dos poluentes presentes. As variáveis meteorológicas que interagem com a concentração do material particulado da atmosfera são: temperatura, ventos, precipitação, umidade relativa do ar e radiação. (LIMA E.AP.D, 2007)

Nesses estudos, a poluição por material particulado tem sido associada à piora da função pulmonar, ao aumento nos sintomas respiratórios e ao incremento das internações hospitalares por doenças respiratórias e cardiovasculares. (LIMA E.P, 2007)

O diâmetro aerodinâmico das partículas varia de 0 a 100 μm , sendo as partículas de tamanho inferior a 10 μm chamadas de MP₁₀. As partículas de até 10 μm de diâmetro são as que mais causam problemas à saúde, sendo estas respiráveis. Sabe-se que partículas com diâmetro aerodinâmico maiores que 10 μm ficam presas no sistema respiratório superior (nariz, faringe, laringe e traqueia) e que partículas menores podem alcançar os pulmões e sedimentar nos alvéolos e na região traque bronquial. Partículas menores que 5 μm e maiores que 0,5 μm podem se depositar no saco alveolar e provocar fibrose (Hinds, 1982).

2 | MATERIAL PARTICULADO

Material particulado é o conjunto de poluentes no estado sólido ou líquido, finamente dividido e apresentando composição química variada que se mantém suspenso na atmosfera. De maneira simplificada, segundo LIMA E.A.P.D, (2007), o material particulado é classificado por seu tamanho considerando o diâmetro aerodinâmico médio das partículas. As partículas inaláveis grossas MP_{10} ($MP_{2,5-10}$) são as que possuem o diâmetro aerodinâmico médio no intervalo de 2,5 a 10 μm e as partículas finas ou respiráveis ($MP_{2,5}$) são as inferiores a 2,5 μm . Recentemente o MP inferior a 2,5 μm são denominados de partículas *quasi-ultrafinas* ($MP_{0,25}$) e *ultrafinas* ($MP_{0,1}$). Neste trabalho será pesquisado somente as partículas MP_{10} .

2.1 Emissões veiculares

Os veículos componentes das frotas das grandes cidades que utilizam motores a combustão interna podem ser divididos em duas categorias principais, de acordo com o ciclo termodinâmico dos motores: ciclo Otto e ciclo Diesel, cujas diferenças se concentram essencialmente na taxa de compressão, na forma de injeção do combustível e na ignição (LIMA, E. P., 2007).

Atualmente a gasolina comercializada no Brasil é obrigatoriamente acrescida de 27% de etanol, com a finalidade de reduzir o nível de emissão de poluentes e melhorar a limpeza do motor. O óleo utilizado como combustível nos motores do ciclo diesel também tem sofrido modificações em sua composição no sentido de reduzir as emissões veiculares, principalmente com relação ao seu teor de enxofre, responsável pelas altas taxas de emissão de SO_2 . (ANP,2016)

O material particulado (MP) é emitido principalmente pelo tubo de escapamento do veículo a partir da queima do combustível e seus aditivos, porém pode ser originado do desgaste de outros componentes como pneus e freios. A emissão de partículas pelos veículos movidos a álcool é praticamente nula, visto que a queima de etanol não tende a formação de fuligem ou outro tipo de partícula.

Nos últimos cinco anos, a frota de Uberlândia vem crescendo de forma considerável, conforme mostra a figura 01. Entre o período de 2012 a 2016 foi registrado pelo departamento nacional de transito, um aumento de 16% na frota, em dezembro de 2016 foram contabilizados 439.689 unidades veicular como mostra a figura 1.(Denatran, 2017).

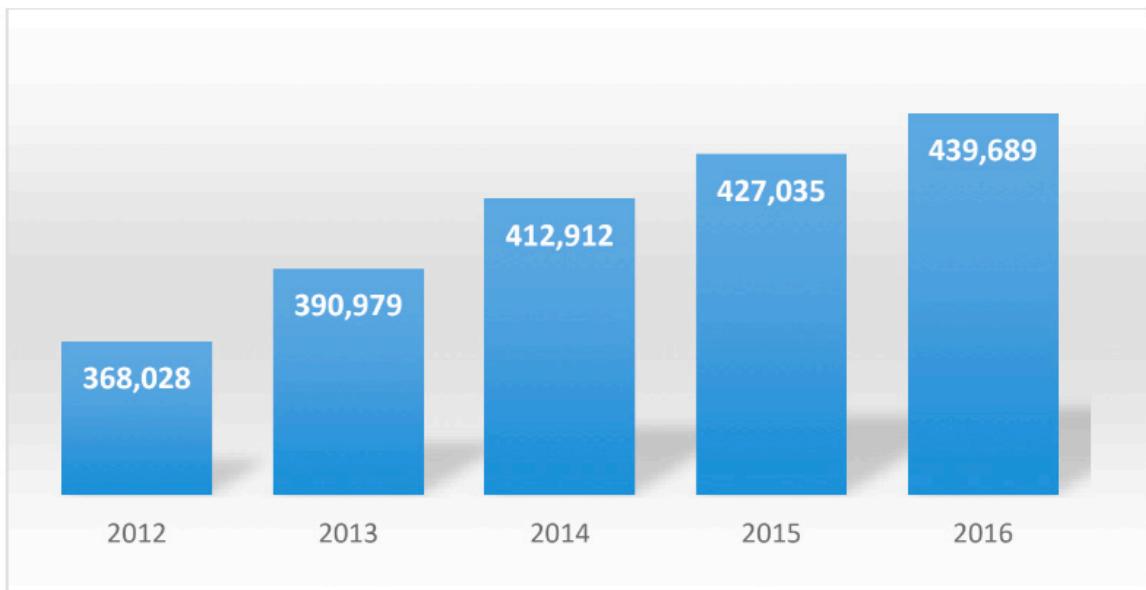


Figura 1 – Crescimento da frota veicular Uberlândia 2012 a 2016 DENATRAN 2017.

3 I PADRÕES DE QUALIDADE DO AR E OS PROGRAMAS DE CONTROLE

Motivado pelo forte crescimento econômico e industrial nas décadas de 1970 e 1980 e nos constantes debates envolvendo questões ambientais de ordem global, como a Conferências de Estocolmo (1972), desenvolveu-se no Brasil o interesse pela proteção dos recursos naturais, sobretudo nos grandes centros urbanos, o que culminou na criação do Programa Nacional de Controle de Qualidade do Ar – PRONAR - em 1989.

Em 28 de junho de 1990, foi publicado a Resolução CONAMA 03/90, que definiu que os padrões de qualidade do ar e as concentrações de poluentes atmosféricos. Essa resolução que foi revogada pela resolução Conama 491/18, sendo definido em seu anexo I, os novos padrões de qualidade do ar com poluente atmosférico e a média aritmética anual para particulado MP_{10} , sendo o valor inicial temporário a ser cumprido em etapas intermediários (PI).

Em seu Art. 4º define os Padrões de Qualidade do Ar, conforme mostra a Tabela 1 padrões nacionais de qualidade do ar fixados, que serão adotados sequencialmente, em quatro etapas, sendo a primeira etapa, que entra em vigor em 19/11/2018 e compreende os Padrões de Qualidade do Ar Intermediários PI-1. Os Padrões de Qualidade do Ar Intermediários e Final - PI-2, PI-3 e PF serão adotados, cada um, de forma subsequente, levando em consideração os Planos de Controle de Emissões Atmosféricas e os Relatórios de Avaliação da Qualidade do Ar, elaborados pelos órgãos estaduais e distrital de meio ambiente, conforme os artigos 5º e 6º da resolução.

Parâmetro	Amostragem	PI-1 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PI-2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PI-3 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PF ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Partículas inaláveis (MP_{10})	24 horas ¹ MAA ²	120 40	100 35	75 30	50 20

Tabela 1 – Padrões nacionais de qualidade do ar fixados pela Resolução CONAMA 491/2018.

¹Não deve ser excedido mais que uma vez ao ano; ²Média aritmética anual.

4 | MATERIAIS E MÉTODOS

Na execução deste trabalho foram abordados os aspectos experimentais da avaliação da qualidade do ar nas proximidades da interseção entre as avenidas João Pinheiro e João Naves de Ávila, no centro de Uberlândia - MG, considerando o mesmo amostrador de ar utilizado por (LIMA. E.A.P.D, 2011).

A estação empregada nesta pesquisa, abrange o monitoramento dos parâmetros de concentração de particulados com finalidade de estudos da qualidade do ar e comparação entre outras, aos regulamentados das agencias ambientais e de saúde, com amostragem de material particulado MP_{10} , a cada 3 dias, durante 24 horas, segundo recomendações da EPA e ABNT (NBR 13412, 1995).

A Figura 2 ilustra a interseção entre as avenidas João Pinheiro e João Naves de Ávila e o ponto de amostragem, no terminal central de Uberlândia.



Figura 2 – Imagem cruzamento estudado.

Fonte: Google maps, 2019.

As partículas foram qualificadas e quantificados, utilizando o amostrador de grande volume - AGV MP_{10} , que captavam o ar atmosférico e retinham os contaminantes particulados em um filtro de fibra de vidro.

A Figura 3 ilustra o equipamento AVG – MP_{10} instalado no ponto de amostragem.



Figura 3 – AVG-MP₁₀. No local instalado.

Fonte: Silva, 2018.

O amostrador MP₁₀ é constituído de um moto aspirador que succiona o ar e o passa através de um filtro de fibra de vidro onde as partículas ficam retidas, enquanto uma carta gráfica registra a vazão de ar medida.

A concentração de partículas foi então calculada através da seguinte expressão:

$$C = \frac{M_f - M_i}{V} * 10^6 \quad (1)$$

Onde:

C = concentração de material particulado suspenso no ar em $\mu\text{g}/\text{m}^3$;

M_f = massa final do filtro sujo (após a coleta) em g;

M_i = massa inicial do filtro limpo (antes da coleta) em g;

V = volume de ar aspirado pelo amostrador (m^3)

10^6 = fator de conversão de g para μg .

4.1 Variáveis meteorológicas

A concentração do material particulado em uma determinada região depende das condições meteorológicas observadas nessa área. Variáveis meteorológicas como ventos, chuvas e instabilidade do ar atuam de forma significativa na qualidade do ar. A direção e a velocidade dos ventos, por exemplo, propiciam o transporte e a dispersão dos poluentes atmosféricos.

No presente estudo, a construção dos gráficos relacionando as variáveis meteorológicas e a concentração de poluentes foi possível devido à existência de uma estação automática de monitoramento, análise e previsão de tempo e clima instalada no *campus* Santa Mônica da Universidade Federal de Uberlândia e coordenada pelo Instituto de Geografia (IG-UFU), cujos resultados compõem a base de dados do INMET - Instituto Nacional de Meteorologia.

5 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da qualidade do ar só é possível por meio da interação entre os fatores climáticos e os níveis de concentração das partículas.

A caracterização climática, foi realizada através da organização das variações dos índices de precipitação pluviométrico, umidade relativa e temperatura na cidade de Uberlândia-MG, no período de 2012 a 2016, através dos dados da estação automática de monitoramento instalada no *campus* Santa Mônica da Universidade Federal de Uberlândia, cujos dados compõem a base do INMET.

O índice pluviométrico, influencia qualitativamente os níveis de concentração do material particulado.

A figura 4 mostra a precipitação em (mm) no período de 2012 a 2016.

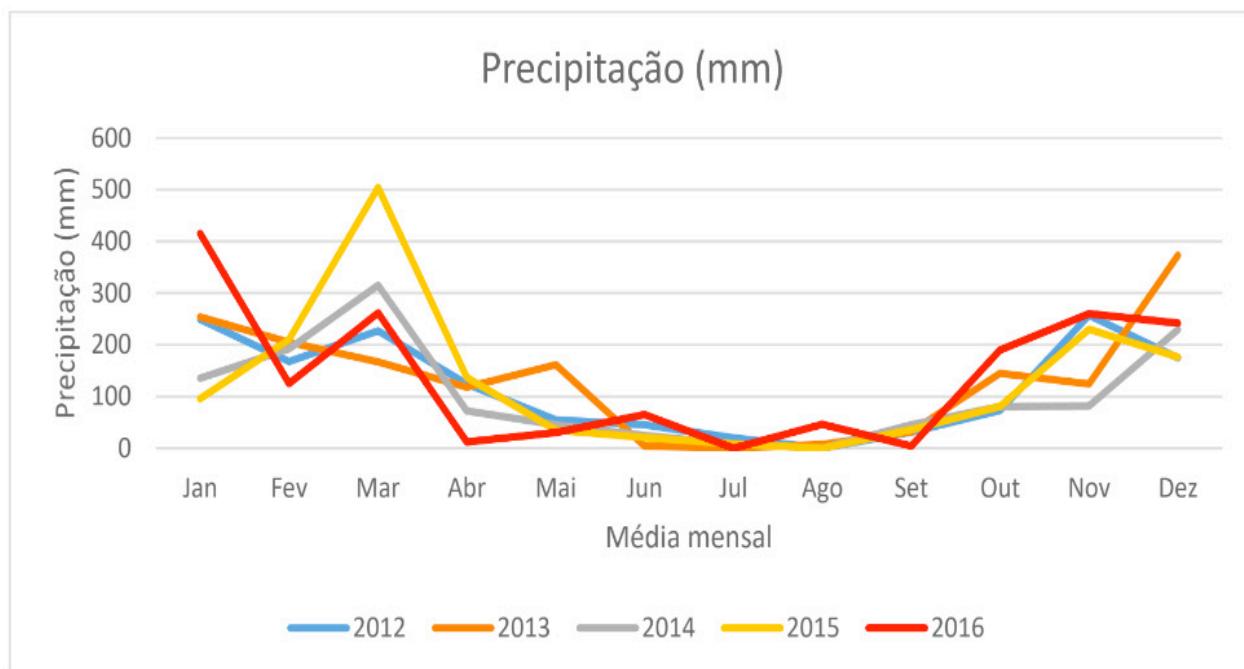


Figura 4 Precipitação (mm) de 2012 a 2016.

Fonte: INMET,2017

A umidade relativa, tem efeito semelhante, quando maior a umidade relativa, mais as partículas se aglomeram e sedimentam mais facilmente, sendo removidas por deposição. A figura 5 mostra a média da unidade relativa em (%) no período de 2012 a 2016.

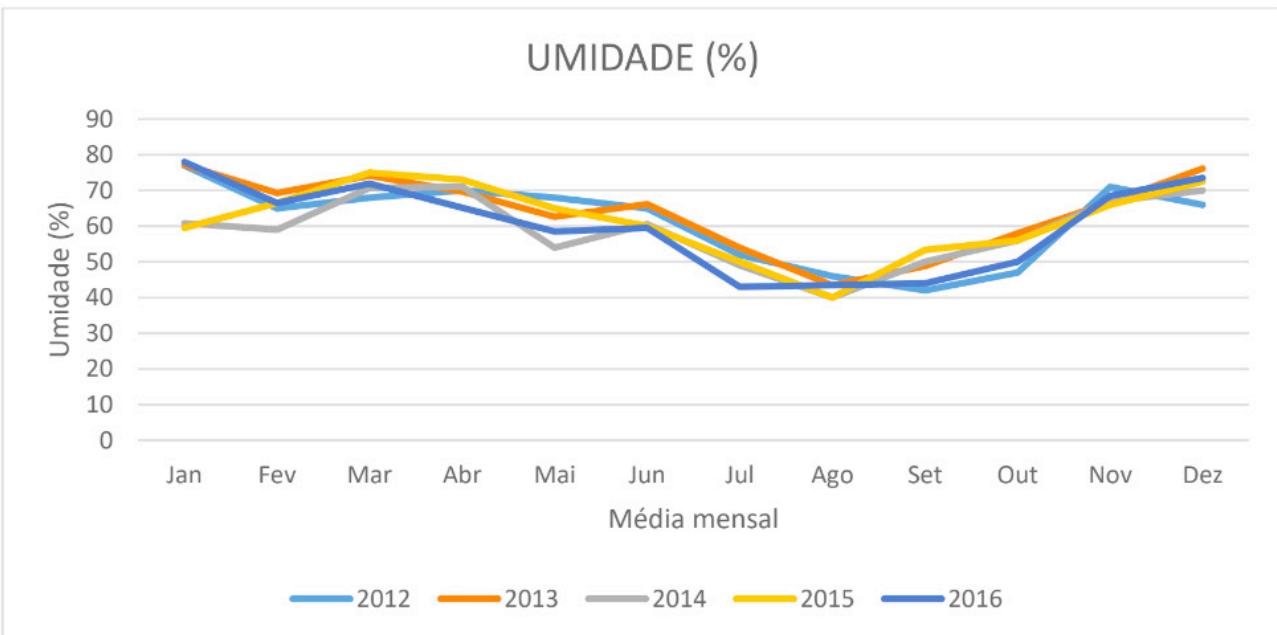


Figura 5 Média umidade relativa (%) de 2012 a 2016.

Fonte: INMET, 2017

Do ponto de vista da estabilidade atmosférica, o perfil de temperatura exerce considerável influência sobre a concentração de particulados dispersos, visto que, as variações da temperatura nas camadas mais baixas da atmosfera podem resultar em ventos de movimento vertical de ascendência ou subsidência que respectivamente arrastam os particulados para os níveis mais elevados da atmosfera, promovendo a sua diluição ou mantêm estes particulados presos nas camadas mais baixas consequentemente aumentando sua concentração. A figura 6 mostra a média da temperatura em (°C) no período de 2012 a 2016.

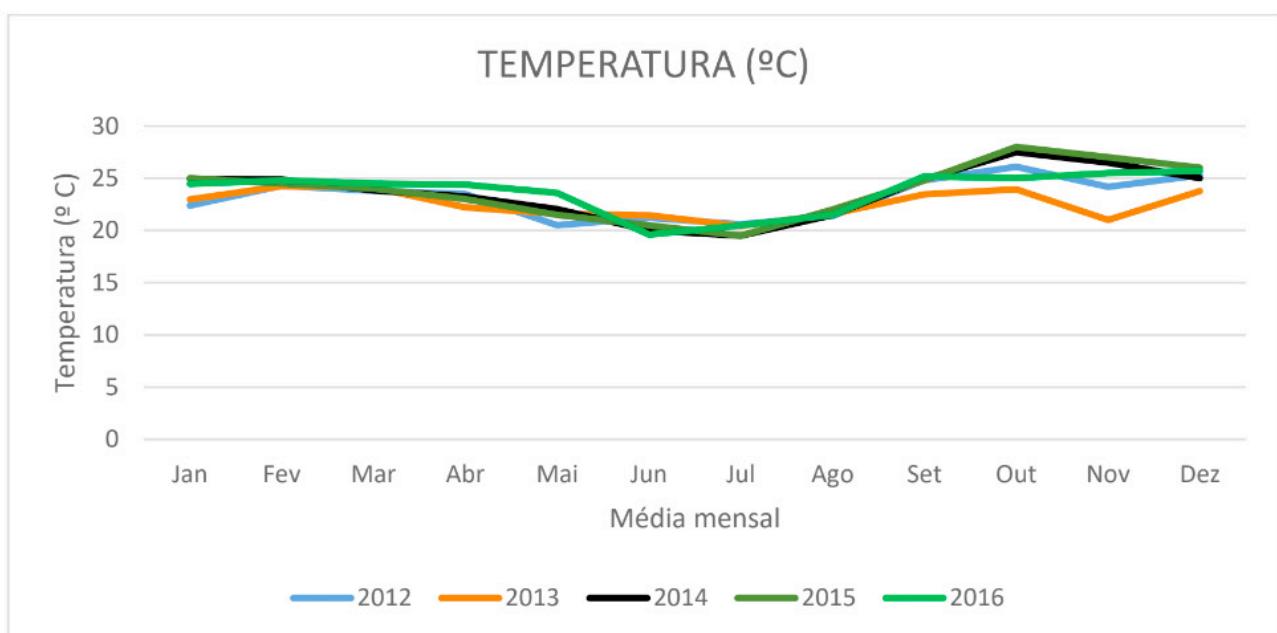


Figura 6 Média temperatura (°C) de 2013 a 2016.

Fonte: INMET, 2016

As variáveis acima, apresentada características da cidade de Uberlândia através das condições climáticas. As características somam em duas estações bem distintas, sendo uma no período de setembro a abril com temperaturas mais elevadas, precipitação é umidade e outra se apresenta no período de abril a setembro com características de temperaturas mais amenas com baixa umidade e seca.

Para o desenvolvimento da análise quantitativa, foi utilizado o método de comparação entre os períodos “Seco” e “Úmido” e a média aritmética anual de concentração de MP₁₀. Desta forma os valores coletados foram analisados e comparados com o PI-1 proposto pela nova atualização da Resolução CONAMA 491/18. Os resultados do valor média da concentração de MP₁₀ obtidos 2012 a 2016 estão representados na Tabela 2, juntamente com o valor da média anual e o PI-1 de concentração máxima de 40 µg/m³.

Ano	Concentrações (µg/m ³)			
	Seco	Úmido	Anual	PI - 1
2012	50,614	41,313	47,76	40,0
2013	53,093	30,461	48,51	40,0
2014	60,262	44,107	50,838	40,0
2015	72,382	66,091	71,213	40,0
2016	71,062	66,280	72,967	40,0

Tabela 2 – Concentração nos períodos secos, úmidos e anuais entre os anos 2012 a 2016

A Figura 7 mostra, a média aritmética anual de concentração de MP₁₀ no período dos anos de 2012 a 2016 para os períodos secos e períodos úmidos.

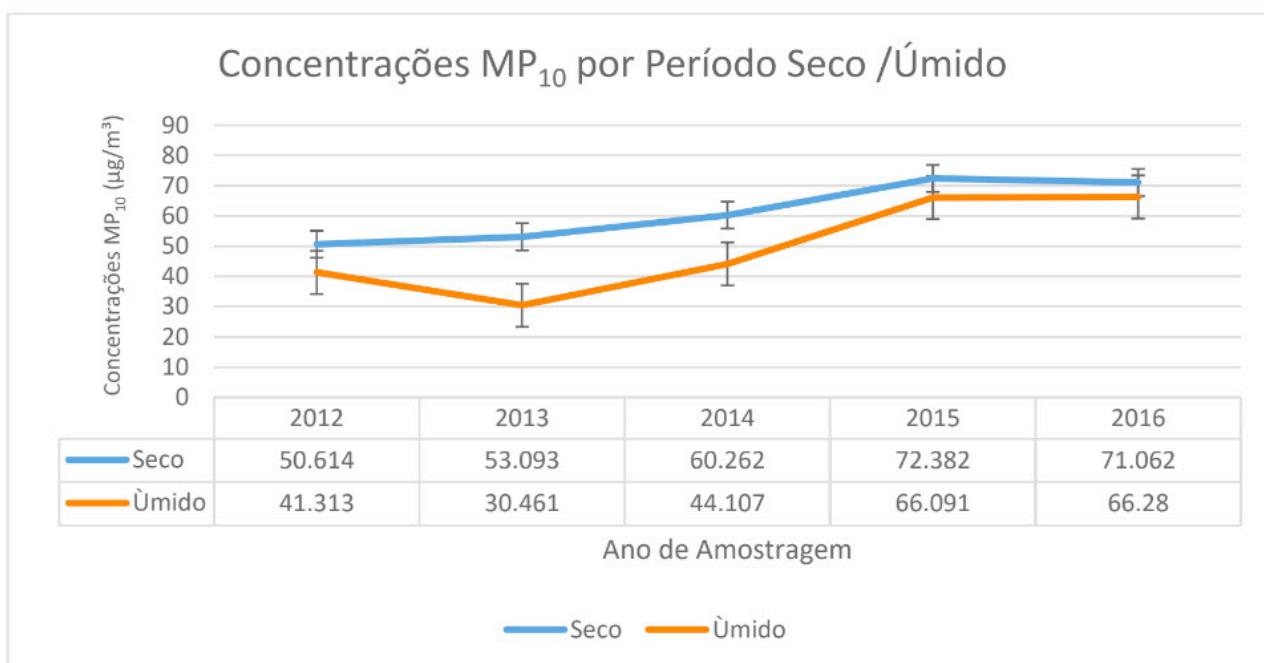


Figura 7 - Concentração média aritmética anual período seco e úmido de MP₁₀ de 2012 a 2016.

Fonte: Autor,2017.

Como apresentado na Figura 7, é notável a variação da concentração de MP₁₀ na atmosfera nos diferentes períodos, nos considerados períodos mais secos a concentração de particulados manteve consistentemente acima da concentração dos períodos úmidos, o que pode ser justificado pela variação da umidade e temperatura da atmosfera, que propicia ou inibe a dispersão destes particulados na atmosfera.

A Figura 8 mostra, a média aritmética anual de concentração de MP₁₀ no período de 2012 a 2016, em comparação ao padrão nacional de qualidade do ar da média aritmética anual de PI-1, sendo conforme Resolução CONAMA nº 491/18 de 40 µg/m³.

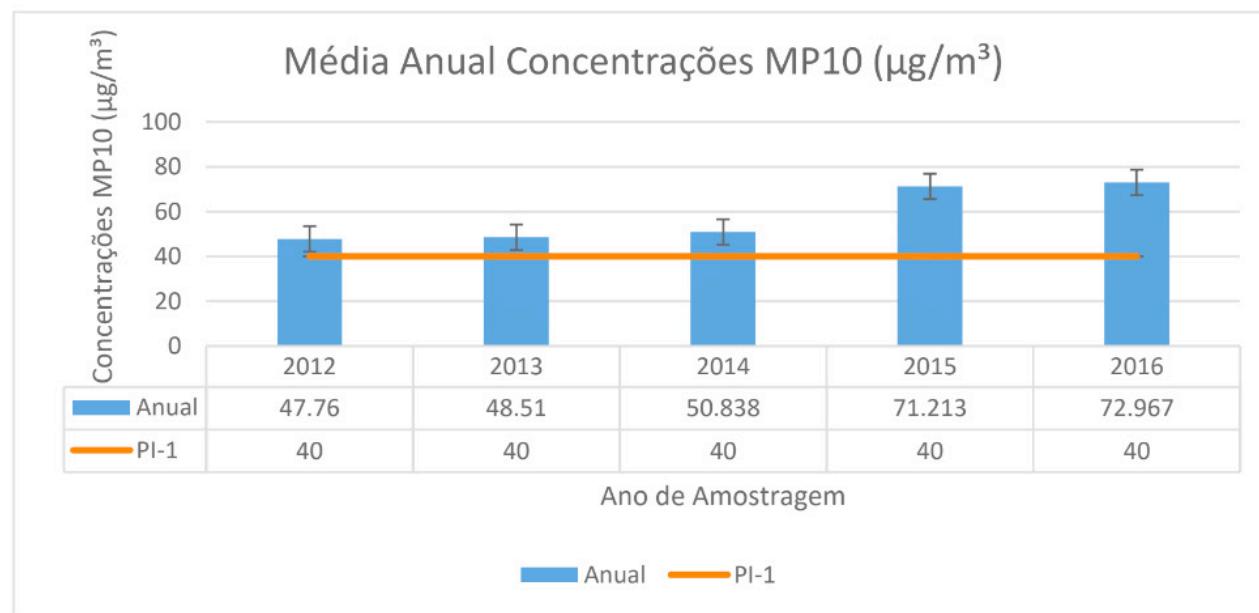


Figura 8 - Concentração média aritmética anual de MP₁₀, períodos 2012 a 2016.

Fonte: Autor, 2019.

Como apresentado na Figura 8, a concentração média de MP₁₀ na atmosfera não se apresentou dentro do recomendado pela legislação em nenhum dos anos analisados, mesmo que tenha se mantido próximo ao recomendado nos anos de 2012 a 2014. Entretanto, é notável analisar o aumento considerável que ocorreu a partir de 2015, aumento este que também ocorreu em 2016, o que pode ser resultado do natural aumento populacional da cidade, que resulta em uma maior circulação de veículos dentro da região central da cidade.

6 | CONCLUSÃO

Em comparação a concentração média aritmética por estação úmida e estação seca para de MP₁₀ e as variáveis climáticas apresentadas para os períodos 2012 a 2016 foi observado que:

1 - Anos de 2012, 2013 e 2014, período definido como úmido, com a margem de erro, ficou dentro do limite definido na Resolução, o que define uma boa qualidade do ar para o período.

2 - Anos de 2015 e 2016, no período definido como úmido, ficou acima do limite definido na Resolução, o que indica um alerta para políticas mitigadoras para controle de poluição atmosférica.

3 - Anos de 2012, 2013, 2014, 2015 e 2016 período definido como seco, em todos os anos, apresentou indicador maior que o limite definido na Resolução, o que indica um alerta para políticas mitigadoras para controle de poluição atmosférica, devido ao aumento da concentração progressivamente a cada ano, o que pode afetar pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas), com sintomas como tosse seca e cansaço.

Em comparação a concentração média aritmética anual para o MP₁₀ e as variáveis climáticas apresentadas para os períodos 2012 a 2016 foi observado que:

1 – Anos de 2012 e 2013, com a margem de erro, ficou dentro do limite definido na Resolução, o que define uma boa qualidade do ar para o período.

2 – Anos de 2014, 2015 e 2016, ficou acima do limite definido na Resolução, o que indica um alerta para políticas mitigadoras para controle de poluição atmosférica.

3 – Ano de 2016, foi observado a menor precipitação e menor índice de baixa umidade do ar. Como as condições climáticas eram mais desfavoráveis à remoção de poluentes, esse intervalo foi quando obtiveram as maiores concentrações de MP₁₀ com índice anual de 72,97 µg/m³.

A concentração de particulado, MP₁₀ amostrado no período indicou um aumento em sua concentração e em comparação com o indicador PI-1 da Resolução CONAMA nº 491/18, mostrou não atender aos indicadores de qualidade do ar definida pela concentração média aritmética anual de 40 µg/m³.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à UFU (Universidade Federal de Uberlândia), UNIUBE (Universidade de Uberaba) e à FAPEMIG (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais) pelo apoio disponibilizado para o desenvolvimento deste estudo.

REFERÊNCIAS

ABNT. NBR 13412(1995) **Material suspenso na atmosfera – Determinação da concentração de partículas inaláveis pelo método do amostrador de grande volume acoplado a um separador inercial de partículas.** Rio de Janeiro, 1995.

CETESB (São Paulo). **Qualidade do ar no estado de São Paulo 2012**, São Paulo: CETESB, 2013. 123 p.

CONAMA. **Resolução CONAMA nº 03 28/06/90**, 1990. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/>>. Acesso em: 24/07/2017.

CONAMA. **Resolução CONAMA nº 491 19/11/2018**, 2018. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=740>>. Acesso em: 31/05/2018.

DENATRAN. **Ministério das cidades Departamento Nacional de Trânsito. site denatran, 2017.**
Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/index.php/estatistica/610-frota-2017>>. Acesso em: 20/06/2017

HINDS, W. C. (1982) **Technology. New York, John Wiley & Sons**

INMET, **Instituto Nacional de Meteorologia, Estação Uberlândia –A507, código OMM:86776**, Registro 18UTC, dados 2016.

LIMA, E. A. P. D. **Um estudo sobre a qualidade do ar de Uberlândia: material particulado em suspensão.** 2007. 148f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007.

LIMA, E. P. **Análise da emissão de poluentes automotivos na cidade de Maringá.** 2007, 124p. Tese (Doutorado) - Centro de Tecnologia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2007.

SILVA, I.F . **Determinação da concentração de material particulado na região central de Uberlândia.** 2018. Dissertação (Mestrado) – Programa de Mestrado em engenharia Química, Universidade de Uberaba, Uberaba, 2018.

NICODEMOS, R. M., JESUS, A. R., FONTOURA, R. S., BARROZO, M. A.S. **Estudo da relação entre variáveis meteorológicas e concentração de MP₁₀ no centro da cidade de Uberlândia-MG.** Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Química, Uberlândia, 2009.

ISOLAMENTO, CULTIVO E CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE *Geitlerinema amphibium* C. Agardh ex Gomont (CYANOPHYCEAE) DO RESERVATÓRIO BOLONHA (BELÉM - PA)

Data de aceite: 03/08/2020

Data de submissão: 12/06/2020

Gabriel San Machado Calandrini

Universidade Federal do Pará
Belém- PA

<http://lattes.cnpq.br/4419656092285232>

Aline Lemos Gomes

Instituto Evandro Chagas
Belém- PA

<http://lattes.cnpq.br/4388288579319430>

Vanessa Bandeira da Costa Tavares

Instituto Evandro Chagas
Belém- PA

<http://lattes.cnpq.br/0947454574381607>

Samara Cristina Campelo Pinheiro

Instituto Evandro Chagas
Belém- PA

<http://lattes.cnpq.br/4615071259886985>

Eliane Brabo de Sousa

Instituto Evandro Chagas
Belém- PA

<http://lattes.cnpq.br/8315671461343613>

microcistina. O objetivo do estudo foi caracterizar a cianobactéria *Geitlerinema* e determinar sua curva de crescimento em ambiente simulado (microcosmo). A espécie foi coletada de raízes da macrófita *Pistia stratiotes* L., dominante no Reservatório Bolonha (Belém, Pará). A cianobactéria foi isolada, cultivada e acondicionada em câmara de cultivo durante aproximadamente 60 dias, onde se estabeleceu a cepa denominada *Geitlerinema amphibium* LBABL- 1. A curva de crescimento foi construída a partir de um experimento com 39 tubos de ensaio contendo 10 mL de meio BG-11 e 2 mL da cepa, mantidos em câmara de crescimento durante 39 dias nas condições controladas ($24^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}$, $60 \mu\text{mol photon m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ e fotoperíodo de 12 h de luz). A cada três dias foram retiradas três amostras para a caracterização morfológica e determinar as concentrações de clorofila-a. A curva de crescimento apresentou as fases lag (T1 a T2 dias); log (T2 a T8); estacionária (T9 a T12) e declínio (a partir de T12 dia). A clorofila-a variou de $1066,6 \mu\text{g}.\text{L}^{-1}$ (T1) a $9689,9 \mu\text{g}.\text{L}^{-1}$ (T7). Durante o experimento a cepa se desenvolveu agregada a parede do ambiente (microcosmo), sugerindo ser uma espécie bentônica e ao longo dos dias se desprendeu formando tapetes flutuantes verde-escuros no microcosmo. Foram encontrados filamentos

RESUMO: A cianobactéria *Geitlerinema* é frequentemente encontrada aderida a diferentes substratos da zona litorânea e ocasionalmente no plâncton, sendo produtora da hepatotoxina

longos ($655\mu\text{m}$) esverdeados brilhantes, levemente curvados, não capitados, móveis, células de $4,6\mu\text{m}$ (altura) x $2,2\mu\text{m}$ (largura) com dois grânulos de cianoficina entre as paredes das células adjacentes. O desenvolvimento em microcosmo de *Geitlerinema* permitiu inferir o seu comportamento no ambiente natural: a espécie inicialmente cresce aderida às raízes de macrófitas e quando madura (final da fase Log), se desprende do substrato radicular e flutua na superfície da água como um tapete lodoso.

PALAVRAS-CHAVE: Cianobactérias. Reservatório. Clorofila- a

ISOLAMENTO, CULTIVO E CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE *Geitlerinema amphibium* C. Agardh ex Gomont (CYANOPHYCEAE) DO RESERVATÓRIO BOLONHA (BELÉM - PA)

ABSTRACT: The cyanobacterium *Geitlerinema* is often found adhered to different substrates of the coastal zone and occasionally in plankton, producing the hepatotoxin microcystin. The study was to characterize the cyanobacterium *Geitlerinema* and to determine its growth curve in a simulated environment (microcosm). The species was collected from the roots of the macrophyte *Pistia stratiotes* L., dominant in the Bolonha Reservoir (Belém, Pará). The cyanobacteria was isolated, cultured and stored in a culture chamber for approximately 60 days, where the strain called *Geitlerinema amphibium* LBABL- 1 was established. The growth curve was constructed from an experiment with 39 test tubes containing 10 mL of medium BG-11 and 2 mL of the strain, kept in a growth chamber for 39 days under controlled conditions ($24^\circ\text{C} \pm 1^\circ$, $60\mu\text{mol photon m}^2\text{s}^{-1}$ and 12h light photoperiod). Every three days, three samples were taken for morphological characterization and to determine chlorophyll-a concentrations. The growth curve showed the phases lag (from T1 to T2); log (from T2 to T8); stationary (from T9 to 12) and decline (from T12). Chlorophyll-a ranged from $1066.6\mu\text{g.L}^{-1}$ (T1) to $9689.9\mu\text{g.L}^{-1}$ (T7). During the experiment the strain developed aggregated to the environment wall (microcosm), suggesting it to be a benthic species and over the days it detached itself forming dark green floating carpets in the microcosm. Long shiny greenish filaments ($655\mu\text{m}$) were found, slightly curved, uncapped, mobile, cells of $4.6\mu\text{m}$ (height) x $2.2\mu\text{m}$ (width) with two cyanophycin granules between the walls. The development in microcosm of *Geitlerinema* allowed to infer its behavior in the natural environment: the species initially grows adhered to the roots of macrophytes and when mature (end of the Log phase), it detaches from the root substrate and floats on the water surface like a muddy mat.

KEYWORDS: Cyanobacteria. Reservoir. Clorophyll- a

1 | INTRODUÇÃO

As cianobactérias são microrganismos fotossintetizantes procariotos que ocorrem em vários ecossistemas terrestres e aquáticos, neste último, podendo ser encontradas

no plâncton ou bentos. Em condições de aumento de nutrientes na água (eutrofização) devido à ação antrópica, a produtividade da comunidade fitoplânctônica aumenta, com dominância de algas cianofíceas, podendo ocasionar florações de cianobactérias. Essas florações podem causar impactos econômicos, ambientais e de saúde, principalmente por conta da liberação de metabólitos secundários tóxicos que afetam os animais e o homem (YUNES et al., 1998).

O processo de eutrofização vem se intensificando ao longo dos anos em diversos ambientes aquáticos, causando preocupação devido aos altos níveis de componentes orgânicos e às possíveis florações (*blooms*) de cianobactérias potencialmente tóxicas. Diante disso, a Organização Mundial de Saúde (OMS), estabeleceu o nível de alerta 1 para biomassa cianobactérias a partir de $20.000 \text{ cel.mL}^{-1}$ (ou $0,2 \text{ mm}^3.\text{mL}^{-1}$) em um corpo de água. Esses valores são utilizados como referências na Portaria do Ministério da Saúde (Portaria de Consolidação nº 5/ 2017) para avaliar a qualidade das águas destinadas ao abastecimento.

A cianobactéria *Geitlerinema amphibium* é uma espécie perifítica normalmente encontrada agregada às raízes de macrófitas e ocasionalmente com ocorrência no plâncton, com registro de produção de cianotoxinas com potencial citotóxico (DOGO et al., 2011). Estudos em microcosmo permitem entender como *Geitlerinema* cresce em função de um ou mais fatores ambientais (MOURA; ROCHA; NABOUT, 2017). O estudo teve como objetivo caracterizar a cianobactéria *Geitlerinema amphibium* e determinar sua curva de crescimento em ambiente simulado (microcosmo) como ferramenta de monitoramento desta espécie em reservatório eutrofizado e dominado por macrófitas aquáticas.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O reservatório Bolonha está localizado no Parque Estadual do Utinga, na Região Metropolitana de Belém (estado do Pará), e faz parte do sistema de abastecimento da cidade, constituído pelos reservatórios Bolonha, Água Preta e Rio Guamá (Figura 1).

O estudo foi realizado no reservatório Bolonha, um dos mananciais de abastecimento da Região Metropolitana de Belém, Pará, onde foi realizada a coleta (Figura 1). O reservatório encontra-se atualmente dominado por macrófitas aquáticas devido à eutrofização proveniente do despejo irregular de esgoto no ambiente, além de estar em processo de assoreamento.

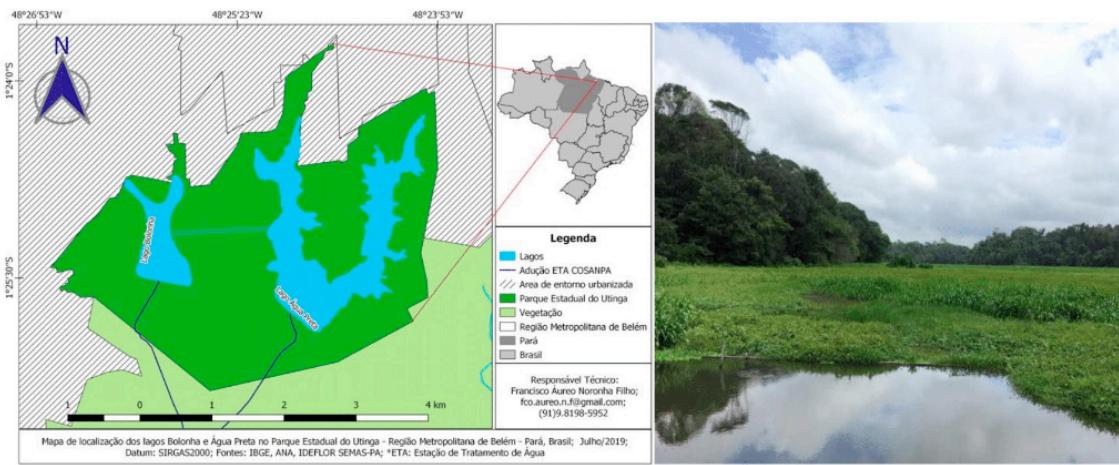


Figura 1. Mapa da área de estudo com a imagem do reservatório Bolonha (Belém, Pará).

Fonte: Sousa (2020).

2.2 A cepa *Geitlerinema amphibium* LBABL-1

A cianobactéria *Geitlerinema amphibium* foi coletada a partir de amostra retirada da raiz da macrófita *Pistia stratiotes* L., espécie dominante no reservatório Bolonha. A cianobactéria foi isolada por técnica de pescaria em placa de Kline em microscópio invertido com dispositivo de epifluorescência (Axio observer D1, Carl Zeiss, Germany). Após o isolamento, a espécie foi inserida em erlenmeyer contendo 1L do meio de cultivo BG-11 e mantida em câmara de cultivo por aproximadamente 60 dias, onde se estabeleceu a cepa denominada *Geitlerinema amphibium* LBABL-1.

2.3 Desenho Experimental

A partir do inóculo foi desenvolvido um experimento para avaliar a curva de crescimento da espécie em ambiente simulado (microcosmo), que consistiu em 39 tubos de ensaio contendo 10 mL do meio de cultivo BG-11 e 2 mL do inóculo, sendo mantidos em câmara de crescimento durante 39 dias nas condições controladas ($24^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}$, $60 \mu\text{mol photon m}^{-2}\text{s}^{-1}$ e fotoperíodo de 12 h de luz). A cada três dias foram retiradas três amostras para fazer a caracterização morfológica da espécie e para avaliar o crescimento populacional a partir da análise de clorofila-a (Figura 2).

Para a caracterização morfológica foi utilizado microscópio invertido (Axiovert – 40C, Carl Zeiss, Germany), para a observação e medição das cianobactérias sob um aumento de 400x. Este equipamento possui oculares com escalas de medição, retículo de Whipple e câmera fotográfica acoplada a um monitor de transmissão e captura de imagens. Também foi utilizado dispositivo de epifluorescência (Observer D1, Carl Zeiss, Germany) para confirmar que se tratavam de cianobactérias, uma vez que a espécie em estudo pode ser confundida com fungos filamentosos.

Para análise de clorofila-a, as tréplicas foram filtradas através de filtros de celulose, maceradas em acetona a 90%, centrifugadas por 20 minutos a 5000 rpm, sendo analisadas

em espectrofotômetro, segundo o método de Strickland e Parsons (1963).

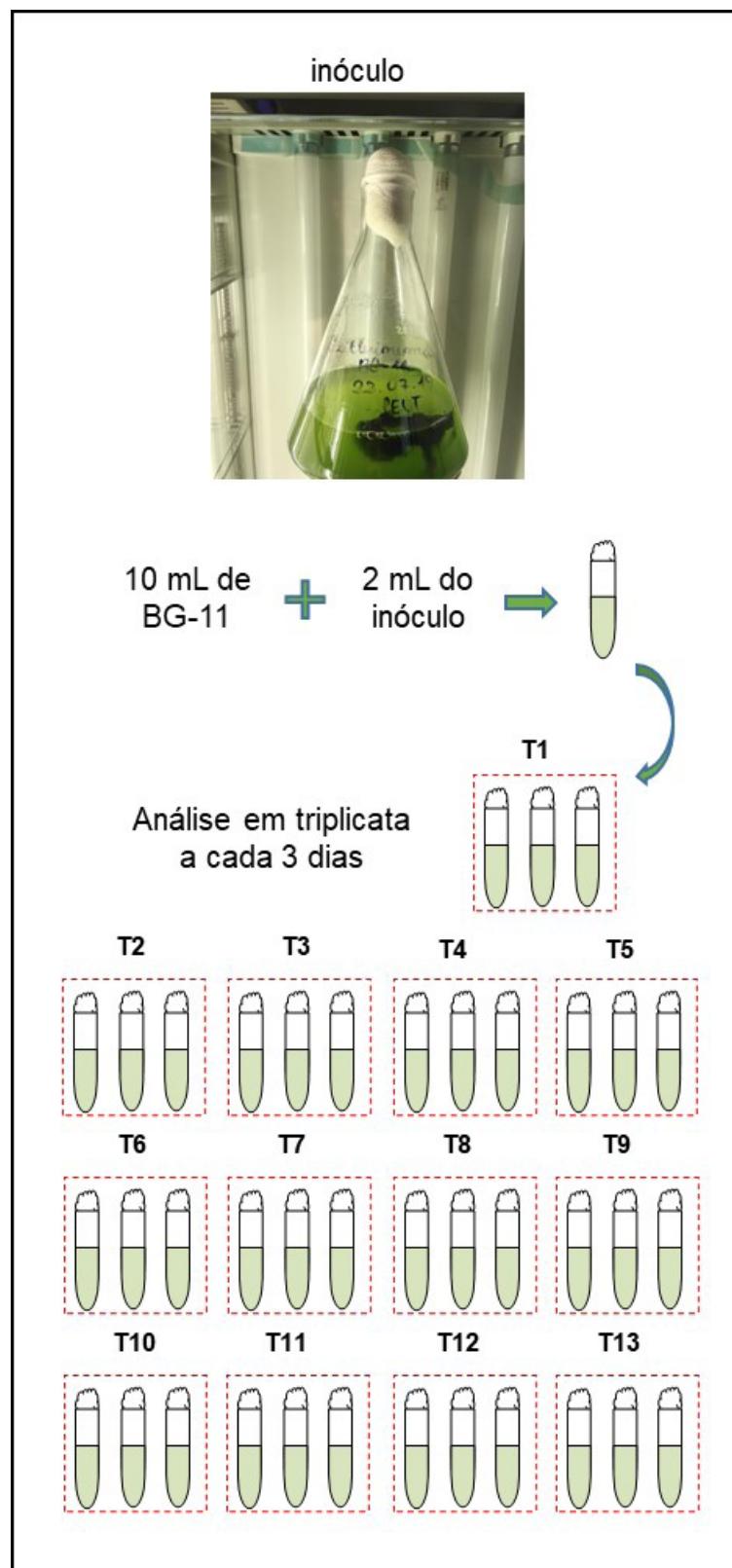


Figura 2. Esquema do experimento. O meio BG-11 juntamente com o inóculo compõe o conteúdo dos tubos de ensaio que formam as triplicatas (três tubos) que são retiradas a cada três dias, contabilizando 13 retiradas (13 tempos, T1 a T13).

Fonte: Calandrini et al. (2020).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

G. amphibium é uma espécie de água doce que não promove florações (DOGO et al. 2011). Entretanto, *G. amphibium* é comum em reservatórios (BITTENCOURT-OLIVEIRA et

al., 2009) e tem mostrado importância na causa de processos inflamatórios de mamíferos, diferentes de sinais de intoxicação por cianotoxinas já registradas para a espécie, tais como microcistinas. Isso sugeriu a existência de uma nova cianotoxina. Neste aspecto, estudos sobre a espécie se fazem importantes para conhecer sua dinâmica e característica de crescimento em ambientes eutrofizados semelhantes ao reservatório Bolonha.

A curva de crescimento apresentou as fases lag (T1 ao T2); log (T3 ao T8); estacionária (T9 ao T12) e declínio (a partir do T12). A clorofila-a variou de 1066,6 $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ (1º dia) a 9689,9 $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ (33º dia) (Figura 3).

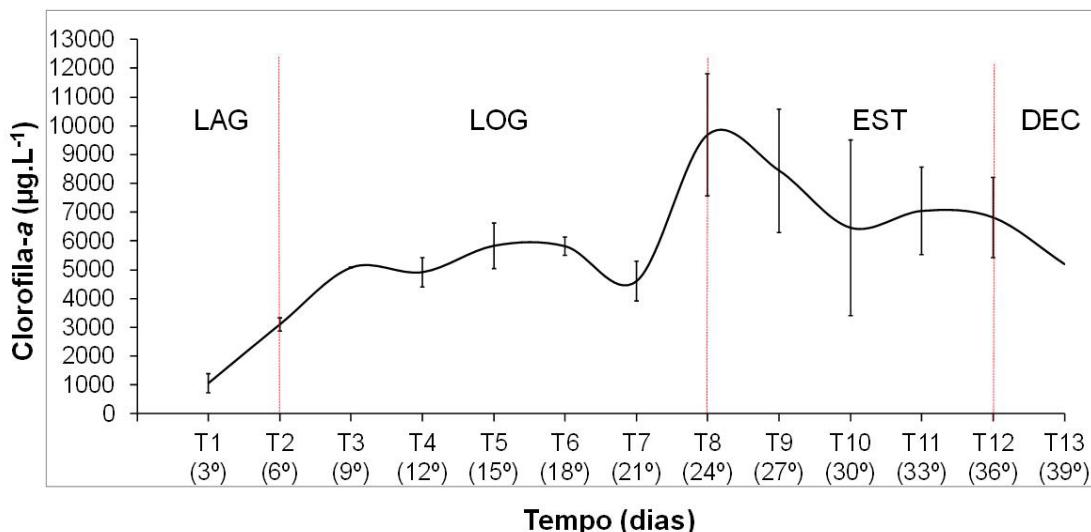


Figura 3. Curva de crescimento da cianobactéria *Geitlerinema amphibium* a partir da análise de clorofila-a. Legenda: LAG: fase de latência; LOG: fase logarítmica (crescimento acelerado); EST: fase estacionária e DEC: o declínio da curva de crescimento.

Fonte: Calandrini et al. (2020).

Durante o experimento, a espécie se desenvolveu formando fino tapete agregado às paredes do erlenmeyer em que estava sendo cultivada, sugerindo que a espécie é bentônica ou perifítica, pois se adere a uma superfície e gradativamente se desprendeu das paredes formando denso tapete verde-escuro flutuante na superfície do meio ao longo do experimento (Figura 4A), característica também observada nos tubos de ensaio. Na análise microscópica, foram observados filamentos com aproximadamente 655 μm de comprimento, esverdeados-brilhantes (Figura 4B), móveis, levemente curvados, não capitados, com extremidades não atenuadas, não constritos, com células de aproximadamente 4,6 μm de comprimento e aproximadamente 2,2 μm de largura compatíveis com as cepas de *Geitlerinema amphibium* (BITTENCOURT-OLIVEIRA et al., 2009). Apresentam dois grânulos de cianoficina entre as paredes celulares (Figuras 4C-E), corroborando com as observações de Komárek (2005). A formação de tapetes ocorre no final da fase Log (Figuras 4F e G), onde há o desprendimento da colônia da superfície para formar uma película flutuante, semelhante a lodo que se observa no reservatório Bolonha.

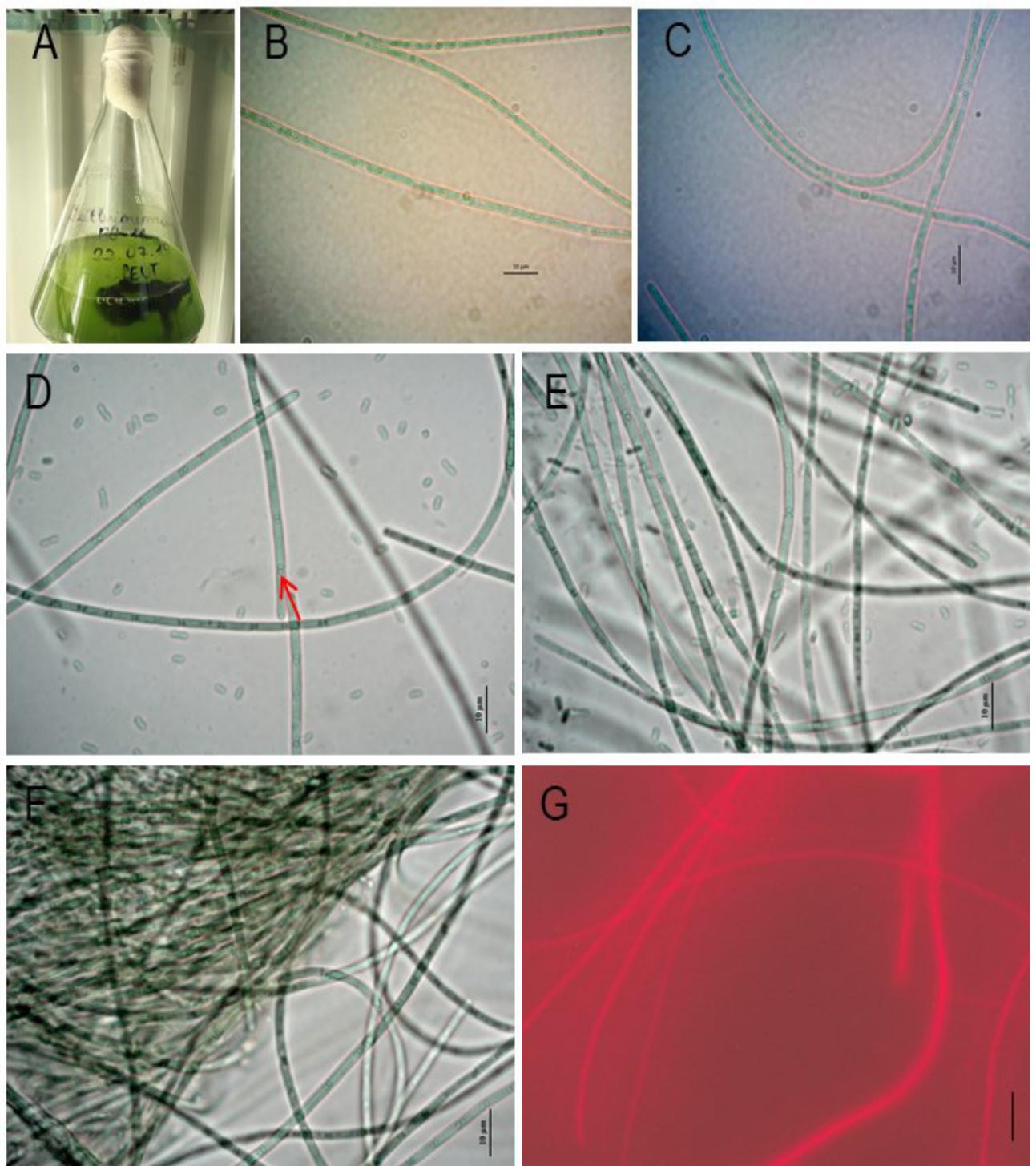


Figura 4 – Desenvolvimento da cepa *Geitlerinema amphibium* LBABL-1: A- A cepa *Geitlerinema amphibium*; B- Imagem em microscopia óptica do filamento da espécie; C- Filamentos de *Geitlerinema amphibium*; D- Filamentos da espécie, seta indicando grânulo de cianoficina. E- Filamentos mais numerosos; F- Tapete formado por emaranhado de filamentos da espécie; G- Imagem em epifluorescência dos filamentos.

Fonte: Autores (2020)

4 | CONCLUSÃO

O desenvolvimento em microcosmo de *Geitlerinema* permitiu inferir o seu comportamento no ambiente natural, pois a espécie inicialmente cresce aderida às raízes de macrófitas e quando madura (final da fase Log), se desprende do substrato radicular

e flutua na superfície da água como um tapete lodoso. Estudos futuros poderão avaliar a toxicidade da cepa.

REFERÊNCIAS

- DO CARMO BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. et al. Geitlerinema species (oscillatoriales, cyanobacteria) revealed by cellular morphology, ultrastructure, and DNA sequencing. **Journal of Phycology**, v. 45, n. 3, p. 716–725, 2009.
- DOGO, C. R. et al. Inflammatory effects of the toxic cyanobacterium Geitlerinema amphibium. **Toxicon**, v. 58, n. 6–7, p. 464–470, 2011.
- KOMÁREK, J. & ANAGNOSTIDIS, K. Cyanoprokaryota II. Teil, 2nd Part: Oscillatoriales. In **Süßwasserflora von Mitteleuropa** (B. Büdel, L. Krienitz, G. Gärtner & M. Schagerl, eds.). Elsevier/Spektrum, Heidelberg, v.19/2, p.1-759, 2005.
- LEE, R. E. **Phycology**. 3^a ed. Cambridge, 547 p. 1999.
- MOURA, Meirielle Euripa Pádua de; ROCHA, Lorraine dos Santos; NABOUT, João Carlos. Effects of global climate change on chlorophyll-a concentrations in a tropical aquatic system during a cyanobacterial bloom: a microcosm study. **Revista Ambiente & Água**, v. 12, n. 3, p. 390-404, 2017.
- SOUSA, E.B. Mapa do reservatório Bolonha, 2020.
- PARSONS, T. R.; STRICKLAND, J. D. H. Discussion of spectrophotometric determination of marine plant pigments, with revised equations for ascertaining chlorophylls and carotenoids. **J. Marine Research**, v. 21, p. 115-163, 1963.
- YUNES, J. S. et al. Effect of nutrient balance and physical factors on blooms of toxic cyanobacteria in the Patos Lagoon, southern Brazil. **SIL Proceedings, 1922-2010**, v. 26, n. 4, p. 1796–1800, 1998.

CICLO LUNAR REGISTRADOS EM FICHAS DE DIVISÃO DE ÁGUAS DE EVENTOS PLUVIAIS ENCONTRADO EM TAPERINHA NA AMAZÔNIA

Data de aceite: 03/08/2020

Data de submissão: 11/06/2020

Eliane Leite Reis de Sousa

Universidade Federal do Oeste do Pará
Santarém, Pará
<http://lattes.cnpq.br/7825927508262436>

Lucieta Guerreiro Martorano

Pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental/
NAPT Médio Amazonas
Santarém, Pará.
<http://lattes.cnpq.br/9712490260615310>

Lucas Vaz Peres

Universidade Federal do Oeste do Pará
Santarém, Pará
<http://lattes.cnpq.br/0492582888795669>

Samária Letícia Carvalho Silva Rocha

Universidade Federal do Oeste do Pará
Santarém, Pará
<http://lattes.cnpq.br/4417126846878673>

Raphael Pablo Tapajós Silva

Universidade Federal do Oeste do Pará
Santarém, Pará
<http://lattes.cnpq.br/3925768576575087>

Núbia Ferreira Campos

Universidade Federal do Oeste do Pará
Santarém, Pará
<http://lattes.cnpq.br/0601246611719884>

RESUMO: As populações locais na Amazônia costumam utilizar as fases da lua no planejamento de diferentes atividades cotidianas. É possível identificar em bases de dados meteorológicos na região efeitos associados à essa sabedoria popular? O objetivo neste trabalho foi analisar registros pluviais em Taperinha associados as fases da lua. Utilizou-se uma série homogênea de dados diários de precipitação pluvial em Taperinha e comparou-se aos dados correspondentes as fases da lua no mesmo período. O ciclo lunar contabilizado no trabalho inicia na **Lua Nova**, seguido da **Lua Crescente**, **Lua Cheia** e **Lua Minguante**, considerando-se o período entre o dia do início da fase da lua até o início da próxima fase. As fases da lua eram sempre registradas nas fichas armazenadas na Fazenda Taperinha, mas os registros homogêneos correspondem ao período de 1961 a 1981. Os dados foram tratados no software R, mais especificamente no pacote 'lunar'. Destaca-se que o período mais chuvoso inicia em dezembro e termina em maio e o menos chuvoso vai de julho a novembro. Foram contabilizados 6.816 dias de fase lunares na série histórica analisada com 243 ciclos completos, ressaltando que em cada ciclo há 4 fases lunares. Foi possível associar

ocorrência de chuva com as fases lunares, sendo predominante no período de **Lua Minguante** (31,1%), seguido da **Lua Nova** (28,6%), **Lua Cheia** (18,0%) e **Lua Crescente** (4,7%). Em bases de dados pluviais foi possível identificar efeitos relacionados à eventos de chuva em cada fase lunar. A sabedoria popular afirma que chove mais na **Lua Minguante** e, conclui-se que há maior possibilidade de acerto quando a estratégia de decisão no planejamento das atividades cotidianas for associada ao calendário lunar das populações sem acesso aos prognósticos de tempo e clima na região.

PALAVRAS-CHAVE: Fases da lua, Pará, climatologia.

LUNAR CYCLE REGISTERED IN WATER DIVISION SHEETS FROM PLUVIAL EVENTS

HIRED IN TAPERINHA IN AMAZON

ABSTRACT: Local people in the Amazon usually use the phases of the moon to plan different daily activities. Is it possible to identify effects associated with this popular wisdom in meteorological databases in the region? The aim of this work was to analyze rainfall records in Taperinha associated with moon phases. We used a homogeneous series of daily rainfall data in Taperinha and compared the corresponding data as phases of the moon in the same period. The lunar cycle counted in the work started in New Moon, followed by Crescent Moon, Full Moon and Waning Moon, considering the period between the day of the beginning of the moon phase until the next phase. As the phases of the moon were always recorded and stored at Fazenda Taperinha, but the homogeneous records were recorded in the period from 1961 to 1981. The data were stored in software R, more specifically in the 'lunar' package. It is noteworthy that the rainiest period begins in December and ends in May and the least rainy occurs in July to November. 6,816 lunar phase days were counted in the historical series analyzed with 243 complete cycles, emphasizing that in each cycle there are 4 lunar phases. It was possible to associate the occurrence of rain with lunar phases, being predominant in the Waning Moon period (31.1%), followed by New Moon (28.6%), Full Moon (18.0%) and Crescent Moon (4.7%). In rain databases it was possible to identify effects related to rain events in each lunar phase. A popular wisdom states that the most important task is Waning Moon, and concludes that there is a greater possibility of executing a decision strategy in planning daily activities for those associated with the lunar calendar of changes without access to the forecast of weather and climate in the region.

KEYWORDS: Moon phases, Pará, climatology.

1 | INTRODUÇÃO

Em Taperinha devido as frequentes enchentes na bacia Amazônica, principalmente no oeste do Pará demandaram apoio aos fazendeiros e produtores rurais, no início do século XX para instalação de uma unidade de monitoramento de tempo e clima no baixo Amazonas. Em 1914 foi instalada na Fazenda Taperinha, município de Santarém uma

estação meteorológica convencional e uma régua Linimétrica que passou a fazer parte da Rede Nacional de Monitoramento Meteorológico (PAPAVERO e OVERAL, 2001). Assim sendo, o monitoramento meteorológico em Taperinha passou a fornecer informações diárias, contendo inclusive dados de régua linimétrica, no Rio Aiaiá capazes de avaliar a dinâmica hídrica (seca e cheia). Além dos dados das seguintes variáveis: temperatura (máxima, mínima e média), umidade relativa do ar, velocidade e direção do vento, insolação e precipitação pluvial eram realizados registros de eventos meteorológicos como: relâmpagos, trovoadas, tromba d'água, ventos fortes e granizos. Vale ressaltar que a variabilidade da chuva na Amazônia é modulada principalmente pela Zona de Convergência Inter Tropical (ZCIT), além de mecanismos de grande e meso escala e escala local, os quais são influenciados pelo transporte de massa e energia, provenientes da Oceano Pacífico e o Oceano Atlântico tropical (LIMBERGER 2016).

Tradicionalmente na região, as populações locais ainda adotam seus conhecimentos populares sobre as fases da lua no planejamento de atividades como caça, pesca e agricultura, possivelmente, devido pouquíssima estações meteorológicas que reduz o percentual de acerto, nas previsões de tempo. De acordo com CAMUFFO (2001) destacou que crenças populares aos efeitos da Lua nas condições de tempo, provavelmente são decorrentes da época em que as civilizações antigas seguiam um calendário lunar.

Nesse contexto, o objetivo neste trabalho foi avaliar os ciclos lunares relacionados ao volume de chuva em Santarém, a partir da série temporal entre 1961 a 1981, monitorada na estação meteorológica na Fazenda Taperinha, Amazônia.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

De acordo com PAPAVERO E OVERAL (2001), a Fazenda Taperinha apresenta características diversas em relação as construções rurais na Amazônia, pois guarda marcos de dois períodos muitos distintos, ou seja, *Colonial* e *Neoclássico*. Esses autores ressaltam que a técnica empregada usando blocos de barro (adobes), elementos decorativos nas varandas, orientação solar da casa grande, dificuldades de acesso e tipo de mão de obra utilizada na época do Barão de Santarém são elementos que devem ser conservados como referência histórica no oeste do Pará. No início do século XX, com a vinda do pesquisador suíço *Gottfried Ludwig Hagmann* para Amazônia, em uma expedição científica no ano de 1911, conheceu a então Fazenda Taperinha, mas devido os anos de abandono, necessitava de grandes reformas. Maravilhado com o local o pesquisador procurou os herdeiros do Barão para adquirir a propriedade para desenvolver suas pesquisas na região. Vale ressaltar que foram os herdeiros do cientista que permitiram o acesso e forneceram informações e dados para a realização das pesquisas utilizando dados meteorológicos monitorados em Taperinha. A estação foi instalada em 1914, registrando as condições de tempo e clima até 1981, contabilizando-se 68 anos de monitoramento de variáveis

agroclimáticas no oeste do estado. Taperinha está localizada aproximadamente 40 km em linha reta da cidade de Santarém, Pará (OMM N°: 82243) (02°41'S e 54°33'W, altitude 20 m), conforme destacado na Figura 1.

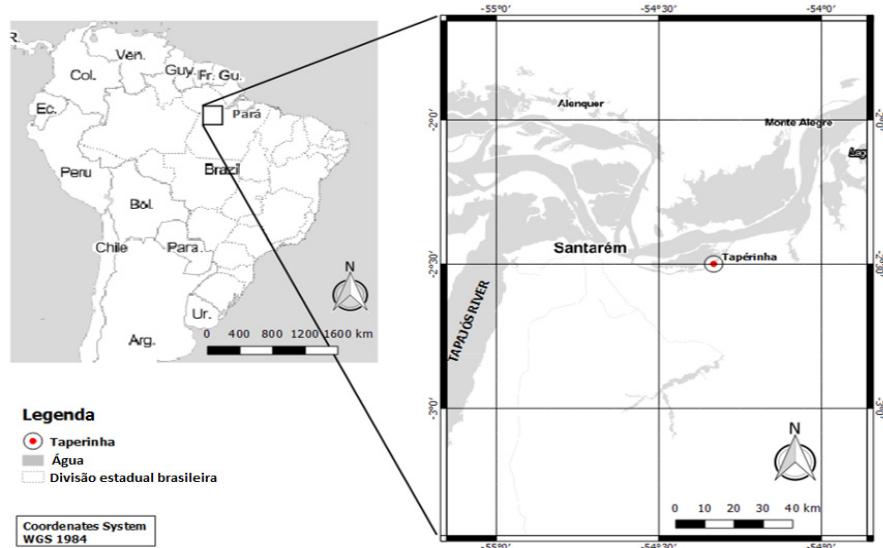


Figura 1 Localização da Fazenda Taperinha, Pará.

Destaca-se que o ajardinado meteorológico foi localizado na frente da residência do pesquisador para facilitar tanto o acesso nos horários de monitoramento quanto à segurança dos equipamentos.

Ao resgatar as informações armazenadas na Fazenda Taperinha vários estudos vêm sendo realizados, a partir de relíquias com informações de vários locais na Amazônia. Na Figura 2 é possível observar o local de instalação da estação meteorológica (A), os armários (B) e as gavetas (C) onde foram contabilizadas as informações contidas nas fichas com os registros meteorológicos utilizados neste trabalho.

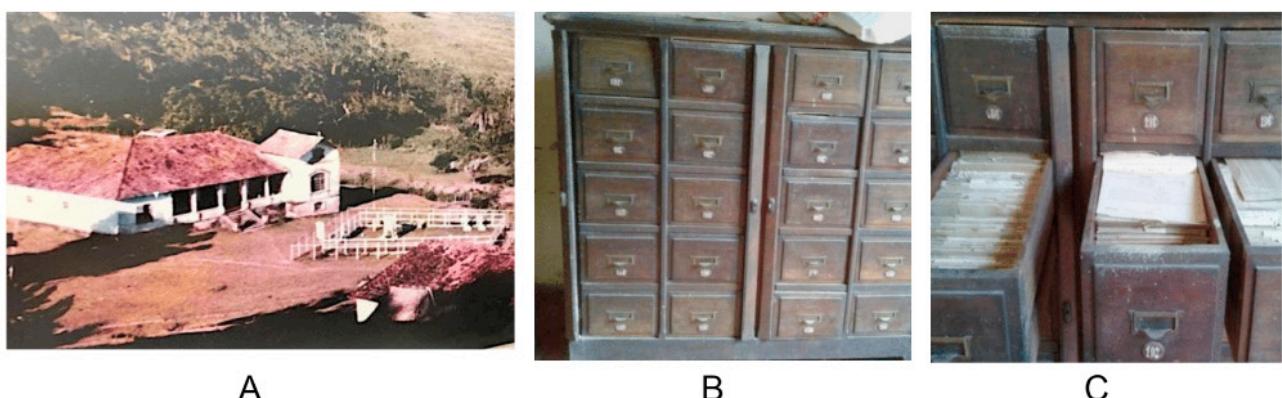


Figura 2- Estação meteorológica em frente ao casarão fotografada em 1927 (A), armário utilizado para armazenamento das fichas (B) e representação de umas das gavetas com as fichas (C).

Fonte: Arquivo da Família Ragmann.

Os dados de precipitação pluvial com registros em fichas específicas que conservavam uma cópia na Taperinha e dados diários em boletins sempre foram enviados ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Os dados das fases lunares eram registrados nas fichas de Divisão de Água que monitorava as informações obtidas da régua linimétrica, instalada no rio em Taperinha como é observado na Figura 3 (A e B). É importante destacar que a observadora meteorológica (*Erica Hagamnn*) registrava as fases lunares e, os dados eram enviados para a Campanha de Pesquisa de Recursos Minerais-CPRM (RIBEIRO et al 1996). Foram analisados 6.816 dias contendo informações de fases lunares entre primeiro de janeiro de 1961 a treze de outubro de 1981 com 243 ciclos completos, considerando-se que cada ciclo possui 4 fases. Os ciclos lunares incompletos foram retirados, para se comparar com o mesmo número de fases da Lua. Portanto, todos os anos tem o mesmo número de ciclos lunares e fases. Para análise e classificação dos ciclos foi utilizado o software R, mais especificamente a package ‘lunar’ (LAZARIDIS, 2014).

Elaborou-se a Figura 4 para representar as fases lunares a cada mês durante os anos, no período de 1961 a 1914 iniciando com a primeira fase da lua Nova, segunda fase lua Crescente, terceira fase lua Cheia e quarta fase lua Minguante.



Figura 3 – Placa da estação hidrométrica de Taperinha, fotografada em 1946 (A) e Ficha com informações das fases lunares (B)

Arquivo da Família Ragmann gentilmente cedida.

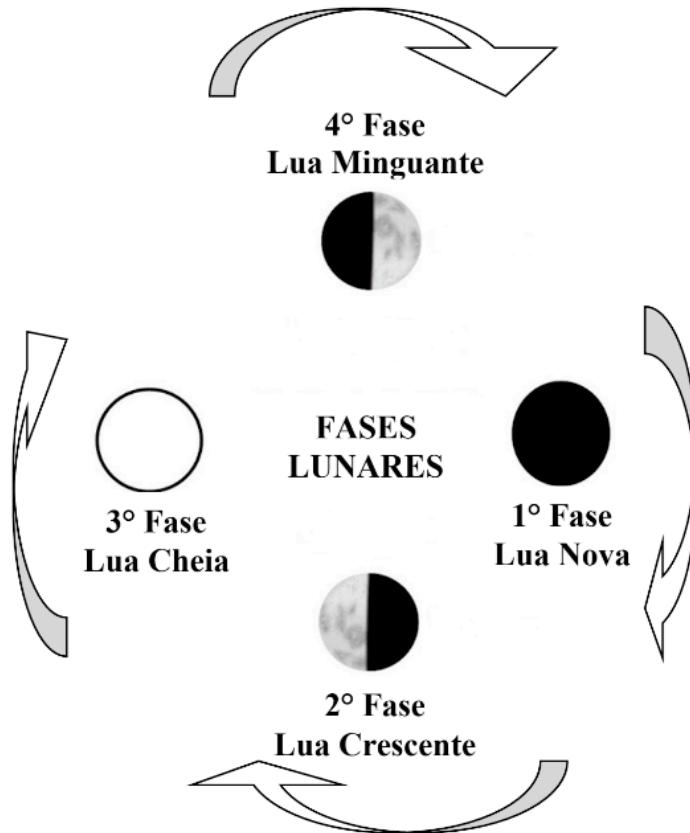


Figura 4 Representação da Fases lunares mensais no período de 1961 a 1981

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 informam-se os números com o total de fases lunares em relação aos maiores valores da precipitação pluvial no período de 1961 a 1981.

ANOS	LUA NOVA	LUA CRESCENTE	LUA CHEIA	LUA MINGUANTE
1961	737,7	530,3	380,5	333,1
1962	742,6	348,8	483,9	625,5
1963	646,4	742,9	628,2	448,7
1964	472,6	310,3	783,0	793,6
1965	488,4	350,9	304,4	536,2
1966	405,6	594,9	432,5	514,0
1967	522,2	364,8	404,2	417,3
1968	663,3	439,5	544,3	510,0
1969	417,7	346,2	566,2	672,0
1970	516,4	595,8	487,1	515,3
1971	509,5	721,9	506,8	479,8
1972	297,0	458,6	456,7	481,5
1973	553,1	324,1	436,0	594,0
1974	405,0	409,8	499,5	549,6
1975	716,3	539,4	677,9	644,4
1976	374,5	423,5	461,4	335,2

1977	550,1	452,5	375,0	281,2
1978	494,1	354,8	273,1	609,4
1979	505,1	340,3	273,5	441,0
1980	303,4	331,2	333,1	286,2
1981	213,8	179,8	510,7	297,6

Tabela 1 Anos com eventos de chuvas associados a fases lunares registrados na Fazenda Taperinha.

Na Tabela 2 estão representados os meses com maiores precipitações pluviais associadas com as fases lunares no período de 1961 a 1981. Em fevereiro apresentou uma maior correlação com 1.797,2 mm no período da fase da lua nova e em março com 2.160,5 mm no período da fase lunar cheia. Já no período da lua cheia com 818,9 mm.

MESES	LUA MINGUANTE	LUA NOVA	LUA CRESCENTE	LUA CHEIA
JANEIRO	961,0	698,4	1.056,4	1.167,1
FEVEREIRO	1.352,6	1.797,2	1.230,1	1.311,2
MARÇO	1.850,2	1.539,0	2.052,4	2.160,5
ABRIL	1.959,0	1.412,4	1.450,0	1.295,5
MAIO	1.230,4	1.129,0	1.333,0	1.190,2
JUNHO	756,1	588,9	705,0	656,1
JULHO	722,3	434,8	599,7	818,9
AGOSTO	191,4	368,2	333,1	379,7
SETEMBRO	345,6	329,2	271,6	208,9
OUTUBRO	448,8	87,6	128,7	275,0
NOVEMBRO	339,8	280,9	156,3	235,9
DEZEMBRO	377,6	494,7	501,7	666,6

Tabela 2 Meses do ano contendo com os respectivos totais em milímetros de chuva nas fases lunares registrados na Fazenda Taperinha.

Observa-se na Figura 5 as cotas pluviais ocorridas no período da fase da lua Nova durante 1961 a 1981 em Taperinha, no Pará. Os anos com maiores valores pluviais ocorreram em 1961, 1962 e 1975 com aproximadamente 750 mm. Em 1981 houve o menor valor de pluviosidade com 213 mm.

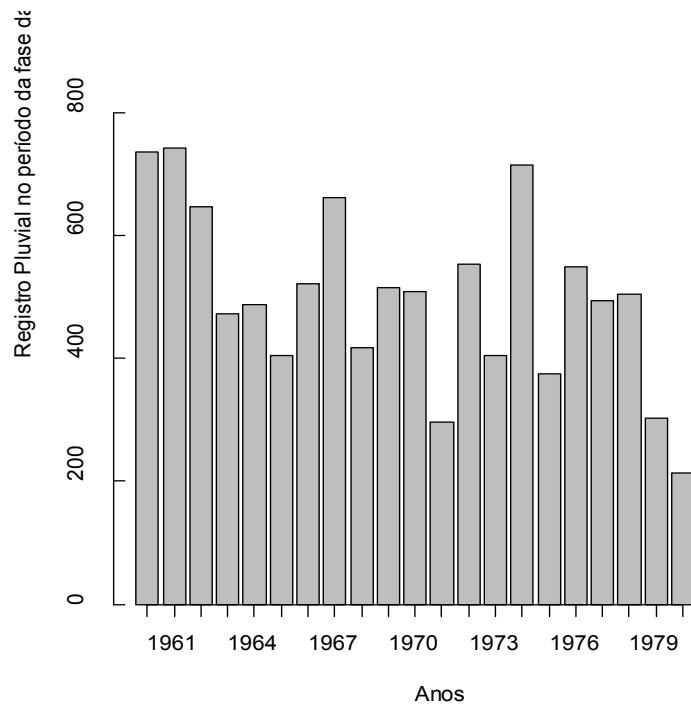


Figura 5 Precipitação pluvial no período da fase da Lua Nova registrados na Fazenda Taperinha.

NA Figura 6 é apresentado a variação da precipitação pluvial anual com relação a fase lunar crescente, no período de 1961 a 1981. Destaca-se os anos com maiores valores de chuva foram em 1963 e 1971 com aproximadamente 650 mm, os demais anos mantiveram cotas pluviais em torno de 370 mm.

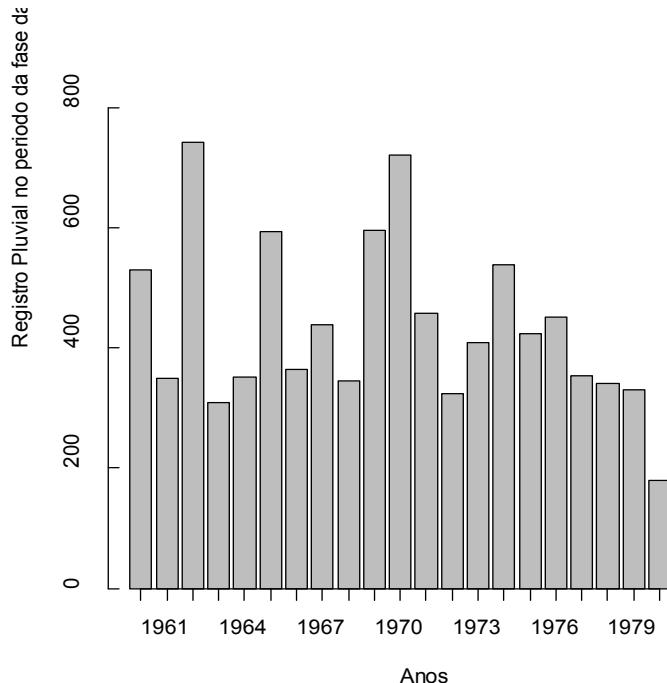


Figura 6 Precipitação pluvial no período da fase lunar Crescente durante 1961 a 1981 registrados na Fazenda Taperinha.

Ao observar na Figura 7 a precipitação pluvial na fase da lua cheia percebe-se que no ano de 1963 choveu 783 mm e o ano com menor valor pluvial foi 1978 e 1979 com 273 mm. Nos demais anos o volume de chuva foi em média de 420mm. Conforme as análises de BRIER e BRADLEY (1964) a posição lunar tende a influenciar na nebulosidade, precipitação e frequência de tempestade, pois as tempestades predominam, nos dias subsequentes as fases de lua cheia.

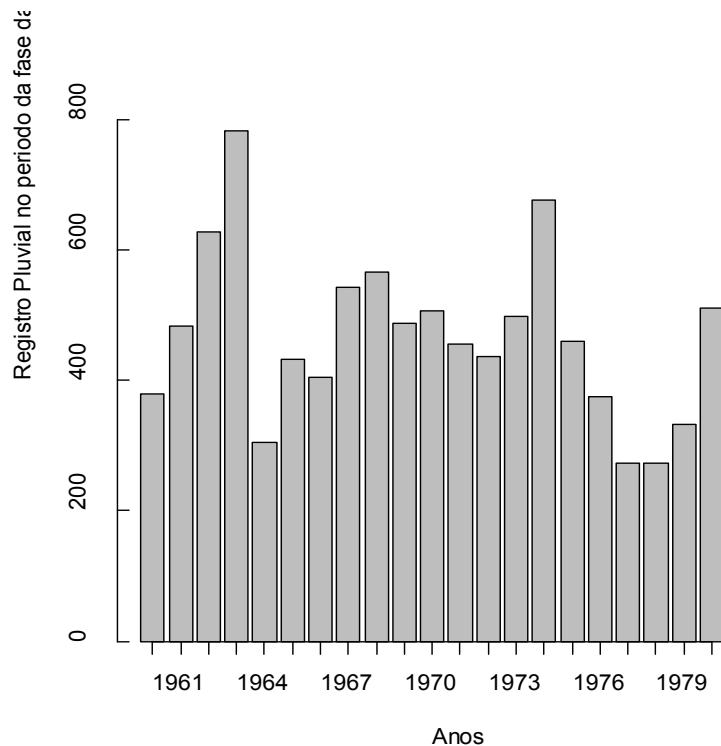


Figura 7 Precipitação pluvial no período da fase lunar Cheia durante 1961 a 1981 registrados na Fazenda Taperinha.

Com base nos resultados verificou-se que em 1964 precipitou 793,6 mm e, em 1977 houve o menor valor pluvial com 281,2 mm. Nos demais anos os valores se mantiveram acima de 400 mm, no período da fase lunar minguante, evidenciando que essa foi a fase com maior valor pluvial em Taperinha, como observado na Figura 8. De acordo com BRADLEY et al., (1962) e BRIER e BRADLEY (1964) observou que a relação entre a precipitação e fase lunar eram altamente significativas, sendo o efeito lunar uma variável presente em subconjuntos no volume de chuvas extremas.

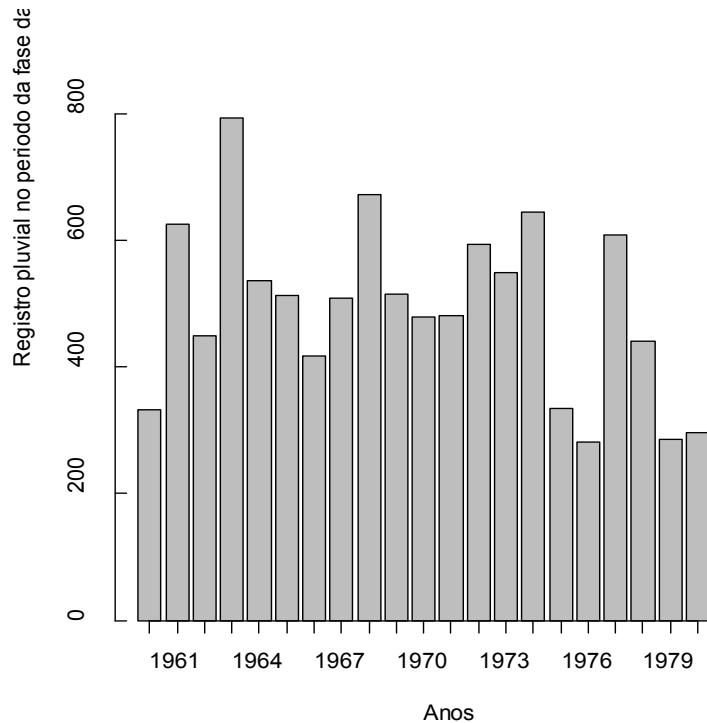


Figura 8 Precipitação pluvial no período da fase Lunar Minguante durante 1961 a 1981 registrados na Fazenda Taperinha.

4 | CONCLUSÃO

A sabedoria popular afirma que chove mais na Lua Minguante e, há maior possibilidade de acerto quando a estratégia de decisão no planejamento das atividades cotidianas for associada ao calendário lunar das populações sem acesso aos prognósticos de tempo e clima na região, e conclui-se que houve maiores valores de precipitação pluvial no período da fase lunar Minguante.

REFERÊNCIAS

- BRADLEY, D.A., WOODBURY, M. A., BRIER, G.W. **Lunar synodic period and widespread precipitation.** Journal of Atmospheric Sciences, v.137, p.748-749, 1962.
- BRIER, G. W., BRADLEY, D. A. **The lunar synodical period and precipitation in the United States.** Journal of Atmospheric Sciences, v.21, p.386-395, 1964.
- CAMUFFO, D. **Lunar influence on climate. Earth Moon on Planets.** 85-86: p. 99-113, 2001.
- <https://cran.r-project.org/web/packages/lunar/index.html> acesso no dia 27 de setembro de 2019.
- Lazaridis, E. 2014. lunar: **Lunar Phase e Distance, Seasons and Other Environmental Factors** (Version 0.1-04).
- LIMBERGER, L.; SILVA, M. E. S. **Precipitação na bacia amazônica e sua associação à variabilidade da temperatura da superfície dos oceanos Pacífico e Atlântico:** uma revisão. Geousp – Espaço e Tempo (Online), v. 20, n. 3, p. 657-675, mês. 2016. ISSN 2179-0892.

PAPAVERO, N.; OVERAL, W. L. (Taperinha): **Histórico das pesquisas de história natural realizadas em uma fazenda da região de Santarém, no Pará, nos séculos XIX e XX.** Museu Paraense Emílio Goeldi, 2001, 460 p.

RIBEIRO, A., R.L. VICTORIA; A.R. PEREIRA, N.A. Villa Nova, L.A. Martinelli J. Mortatti, 1996. **Análise do regime pluviométrico da região amazônica a partir de dados de onze localidades.** (Revta (Brás). Meteorol.11(1-2):25-35).

PLANTAS E SEUS USOS: O CONHECIMENTO TRADICIONAL DE UMA COMUNIDADE RURAL NA CAATINGA

Data de aceite: 03/08/2020

Data de submissão: 07/07/2020

Jefferson Thiago Souza

Faculdade de Educação, Ciências e Letras de
Iguatu – FECLI/UECE

Iguatu – Ceará

<http://lattes.cnpq.br/5589855068988374>

Mychelle de Sousa Fernandes

Faculdade de Educação, Ciências e Letras de
Iguatu - FECLI/UECE

Iguatu-Ceará

<http://lattes.cnpq.br/2482648379638505>

Marlos Dellan de Souza Almeida

Universidade Federal Rural de Pernambuco -
UFRPE

Recife - Pernambuco

<http://lattes.cnpq.br/6584944075950770>

Ana Carolina Sabino de Oliveira

Universidade Federal Rural de Pernambuco -
UFRPE

Recife-Pernambuco

<http://lattes.cnpq.br/8086954389063414>

Sabrina Silva Oliveira

Faculdade de Educação, Ciências e Letras de
Iguatu - FECLI/UECE

Iguatu-Ceará

<http://lattes.cnpq.br/3727983781129553>

Mikael Alves de Castro

Faculdade de Educação, Ciências e Letras de
Iguatu - FECLI/UECE

Iguatu-Ceará

<http://lattes.cnpq.br/7376147239040908>

RESUMO: As interações entre homem e natureza são realizadas há tempos, caracterizando inclusive a forma de subsistência do ser humano. Moradores de comunidades tradicionais, como as que estão localizadas em zonas rurais, possuem um maior contato com esses elementos naturais, estabelecendo conhecimentos e repassando através das gerações. Dentre estas relações está o uso de plantas para fins medicinais, alimentícios, madeireiros, fonte de combustível, dentre outros. O objetivo deste trabalho é identificar o conhecimento da população de uma comunidade rural sobre plantas nativas e seus diferentes usos. O estudo foi realizado em uma comunidade rural chamada “Sítio Itans”, localizada no município de Iguatu, Ceará, Brasil, onde foram entrevistados 17 moradores indicados como informantes-chave. Estes elencaram um total de 58 espécies de plantas, sendo a maioria pertencente às famílias Fabaceae e Anacardiaceae. Maior parte dos

indicados foram do sexo feminino (10), sendo este grupo responsável pelo maior número de espécies citadas, como também foram as que indicaram mais plantas de uso medicinal. O grupo de entrevistados do sexo masculino representou de modo exclusivo as citações de plantas de uso madeireiro. Além disso, o número maior de citação de espécies e seus usos teve relação com a ocupação dos participantes. Por meio desse estudo, foi possível perceber a importância das relações diretas, entre o homem e objeto, na formulação de conhecimento, tendo em vista que houve uma demonstração considerável de saberes relacionado à flora local, como também tendências relacionadas ao gênero das pessoas e suas atribuições históricas e culturais.

PALAVRAS-CHAVE: Etnobotânica; Plantas medicinais; Comunidades tradicionais.

PLANTS AND THEIR USES: THE TRADITIONAL KNOWLEDGE OF A RURAL COMMUNITY IN THE CAATINGA

ABSTRACT: The interactions between man and nature have been taking place for a long time, including the way of human subsistence. Residents of traditional communities, such as those located in rural areas, have a greater contact with these natural elements, establishing knowledge and passing it on through the generations. Among these relationships is the use of plants for medicinal, food, timber, fuel sources, among others. The objective of this work is to identify the knowledge of the population of a rural community about native plants and their different uses. The study was carried out in a rural community called "Sítio Itans", located in the municipality of Iguatu, Ceará, Brasil, where 17 residents were interviewed indicated as key informants. These listed a total of 58 species of plants, the majority belonging to the families Fabaceae and Anacardiaceae. Most of the nominees were female (10), this group being responsible for the largest number of species mentioned, as well as those that indicated more plants for medicinal use. The group of male respondents exclusively represented quotes from plants for wood use. In addition, the higher number of species and their uses was related to the occupation of the participants. Through this study, it was possible to perceive the importance of direct relationships, between man and object, in the formulation of knowledge, considering that there was a considerable demonstration of knowledge related to the local flora, as well as trends related to the gender of people and their historical and cultural attributions.

KEYWORDS: Ethnobotany; Medicinal plants; Traditional communities.

1 | INTRODUÇÃO

As interações homem-natureza ocorrem desde o início da humanidade, através da busca por recursos naturais para aumentar sua chance de sobrevivência e para melhorar suas condições de vida (GIRALDI; HANAZAKI, 2010). Ainda assim, em meio a formação da ciência moderna, ainda é possível perceber uma dificuldade no reconhecimento da importância dos conhecimentos tradicionais que as pessoas que trabalham diariamente

com a natureza carregam (TOLEDO; BARRERA-BOLSSOLS, 2009).

Diante do cenário atual e da grande defesa às questões ambientais, as comunidades tradicionais têm se tornado foco de estudos, por serem reconhecidas como importantes agentes de proteção do meio em que vivem (PEREIRA; DIEGUES, 2010), como também pelos saberes adquiridos através das relações que são estabelecidas com a natureza, complementando o conhecimento científico (COSTA-NETO, 2000).

Luna-Morales (2002) destaca que o processo de conhecimento se estabelece através da relação entre um ser consciente, como o homem, e o objeto de conhecimento. Quando se trata de um conhecimento tradicional, este relaciona saberes e práticas, como crenças, lendas, classificações dos organismos, dentre outros, que são formulados de forma coletiva e repassados entre gerações.

A partir das diferentes abordagens sobre a relação das pessoas com as plantas é que se constrói o estudo da etnobotânica (GOMEZ-BELOZ, 2002). Através desses estudos é possível compreender a relação das comunidades com os recursos naturais, contribuindo para o planejamento do uso e do manejo desses espaços, como também para sua conservação (ALMEIDA; ALBUQUERQUE, 2002).

Diante disso, este trabalho teve como perguntas norteadoras: 1. Qual o conhecimento de plantas nativas por moradores de uma comunidade tradicional? e 2. Quais tipos de uso dessas plantas são realizados pelos moradores? Dessa forma, o objetivo desta pesquisa foi investigar acerca do conhecimento e uso de plantas nativas de uma comunidade rural, explorando aspectos socioeconômicos e a relação da comunidade com a flora local.

2 | METODOLOGIA

2.1 Área de estudo

A área de estudo está localizada dentro do bioma Caatinga, na região Nordeste do Brasil, a cerca de 7 km do centro urbano da cidade de Iguatu, na região Centro Sul do Ceará (06°21'34"S e 39°17'55"W). A comunidade rural é conhecida como "Sítio Itans" localizando-se próximo à margem do Rio Jaguaribe no seu lado Sul, o qual fornece fonte de renda através da pesca em períodos chuvosos. O clima do município de Iguatu, segundo a classificação de Köppen é do tipo BSw'h', semiárido com chuvas de outono e temperatura média mensal superior a 18°C, com precipitação média anual de 983 mm (SOUZA, 2015) e é constituída por aproximadamente 84 famílias, que em sua maioria desenvolve atividades de agricultura, através da plantação de milho, arroz e outros cultivos, e pecuária, com criação de bovinos. Cerca de 88 moradores são vinculados à Associação de Agricultores da comunidade, que realiza reuniões periódicas para discussão e compartilhamento de informações sobre as práticas desenvolvidas por eles. Estes dados foram coletados a partir de visitas prévias a comunidade, através do contato

com o presidente da associação do local.

2.2 Coleta de dados

Para compreender a relação de conhecimento e uso de plantas, moradores foram entrevistados através da técnica *snowball* (ALBUQUERQUE; LUCENA; ALENCAR, 2010), que consiste na indicação de informantes-chave. Estes aceitaram e assinaram o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE), onde foi apresentado o objetivo do estudo.

Para coleta dos dados foram utilizadas entrevistas semiestruturadas, em que as perguntas são previamente estabelecidas pelo entrevistador, mas que permite a flexibilidade de abordagem de elementos que surgirem durante a entrevista. Nesta, foram coletados dados relacionados ao perfil socioeconômico dos participantes como também informações sobre o conhecimento e a relação deles com as plantas.

Os dados foram analisados qualitativamente de forma descritiva, evidenciando algumas tendências, que podem ser exploradas posteriormente de forma quantitativa.

3 | RESULTADOS

Foram entrevistados 17 moradores da comunidade, sendo 10 (58,82%) participantes do sexo feminino e 7 (41,18%) do sexo masculino. A idade dos entrevistados variou entre 21 e 88 anos, sendo categorizadas em intervalos. Dentre estes, o que teve maior destaque foi de 31 a 40 anos, com o maior número de participantes (7) nessa categoria (Gráfico 1).

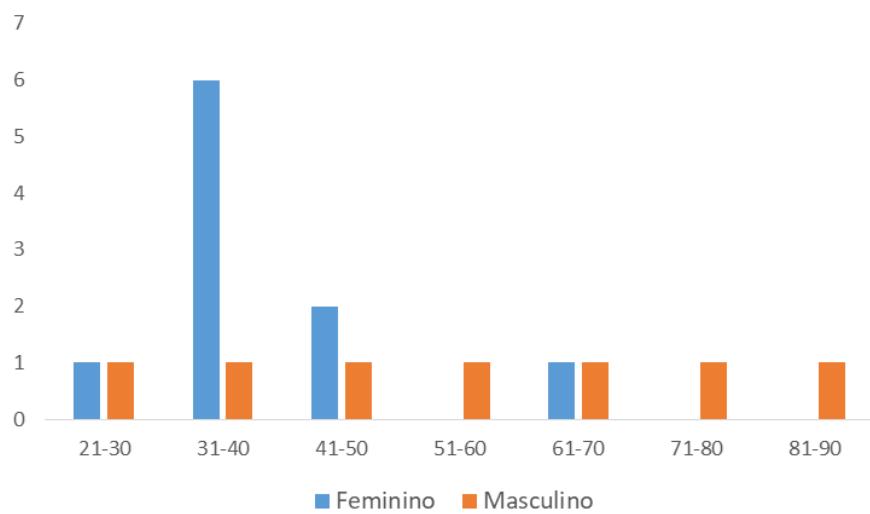


Gráfico 1 – Sexo e idade dos participantes da pesquisa

Fonte: Elaborado pelos autores

Ainda na caracterização dos participantes, dentre as ocupações desses, a agricultura se destacou das demais, com 29,41% dos entrevistados desenvolvendo essa atividade. Em seguida, 23,52% se identificaram como donas de casa, 17,65% não tinham nenhuma

ocupação e o restante apresentaram outras categorias de atuação.

A maioria dos entrevistados (64,70%) sempre morou na comunidade, podendo contribuir de maneira eficaz com informações dos aspectos da região. Apesar de 29,41% tenham vindo de outro local, estes ainda estavam inseridos no bioma Caatinga. Apenas um morador entrevistado (5,88%) migrou de outro bioma, a Mata Atlântica, mas já vive na comunidade há 20 anos.

Inicialmente, foi perguntado sobre o conhecimento dos participantes com relação às plantas nativas, no qual foram listadas ao todo 58 espécies, com 113 citações (Tabela 1). Embora não apresente diferença expressiva, as entrevistadas de sexo feminino elencaram mais espécies, representando 51,32% das citações, enquanto que os entrevistados masculinos representaram 48,67%. Dentre as plantas citadas, 17 foram indicadas quando perguntados sobre quais plantas eram utilizadas para algum fim, como uso medicinal, madeireiro e outros.

Espécies	Etnoespécies	Tipos de uso	Frequência de conhecimento	Frequência de uso
Anacardiaceae		-	-	-
<i>Myracrodroon urundeuva</i> (Engl.)	Aroeira	A	4,42%	9,37%
<i>Spondias mombin</i> L.	Cajazeira	-	1,76%	-
<i>Spondias dulcis</i> Parkinson	Cajarana	C	3,53%	6,25%
<i>Anacardium occidentale</i> L.	Cajueiro	-	3,53%	-
<i>Anacardium giganteum</i> Hancock ex Engl.	Cajuí	-	0,88%	-
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	Gonçalavo	-	0,88%	-
<i>Mangifera indica</i> L.	Mangueira	C	5,30%	9,37%
<i>Spondias purpúrea</i> L.	Siriguela	-	1,76%	-
Annonaceae		-	-	-
<i>Annona squamosa</i> L.	Ata	-	0,88%	-
Araceae		-	-	-
<i>Dieffenbachia seguine</i> (Jacq.) Schott	Comigo ninguém pode	-	0,88%	-
Arecaceae		-	-	-
<i>Cocos nucifera</i> L.	Coqueiro	-	1,76%	-
Arecaceae 0,88%	Palmeira	-	0,88%	-
<i>Emilia sonchifolia</i> L.	Pincel de estudante	-	0,88%	-
Bignoniaceae		-	-	-
<i>Handroanthus albus</i>	Ipê	-	2,65%	-
<i>Handroanthus</i> sp.	Pau-d'arco	A e B	1,76%	9,37%
Boraginaceae		-	-	-
<i>Cordia</i> sp.	Frei Jorge	-	0,88%	-
<i>Auxemma oncocalyx</i> (Allemão) Taub.	Pau branco	-	1,76%	-
Cactaceae		-	-	-
<i>Cereus jamacaru</i> DC.	Mandacaru	-	0,88%	-

Capparaceae				
<i>Crateva tapia</i> L.	Trapiá	-	0,88%	-
Capparidaceae				
<i>Cleome spinosa</i> L.	Mussambê	-	0,88%	-
Chrysobalanaceae				
<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch.	Oitizeiro	-	1,76%	-
<i>Licania rígida</i> Benth.	Oiticica	-	2,65%	-
Combretaceae				
<i>Combretum leprosum</i> Mart.	Mufumbo	B	3,53%	3,12%
Euphorbiaceae				
<i>Croton blanchetianus</i> Baill.	Marmeiro	B e D	4,42%	6,25%
<i>Jatropha gossypiifolia</i> L.	Pinhão roxo	-	0,88%	-
<i>Croton rhamnifolius</i> Muell. Arg.	Velame	-	0,88%	-
Fabaceae				
<i>Prosopis juliflora</i> (Sw)	Algaroba	-	0,88%	-
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.)	Angico	-	0,88%	-
<i>Piptadenia moniliformis</i> Benth.	Catanduba	B	0,88%	3,12%
<i>Cenostigma pyramidale</i> (Tul.) E. Gagnon & G. P. Lewis	Catigueira	A	0,88%	3,12%
<i>Amburana cearensis</i> AC Smith	Cumaru	A e B	2,65%	12,5%
<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby	Fedegoso	-	0,88%	-
<i>Inga</i> sp.	Ingazeira	-	0,88%	-
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Jatobá	A	1,76%	3,12%
<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart.	Jucá	A	1,76%	6,25%
<i>Acacia obliquifolia</i> M.Martens & Galeotti	Jumentinha	-	1,76%	-
<i>Mimosa hostilis</i> (C.Mart.) Benth.	Jurema	B e D	8,84%	6,25%
<i>Mimosa pudica</i> L.	Malícia	-	0,88%	-
<i>Calliandra spinosa</i> Ducke.	Marizeira	-	0,88%	-
<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz	Pau ferro	-	0,88%	-
<i>Mimosa caesalpiniæfolia</i> Benth.	Sabiá	B	3,53%	6,25%
<i>Tamarindus indica</i> L.	Tamarindo	-	1,76%	-
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	Timbaúba	B	0,88%	3,12%
Liliaceae				
<i>Lilium candidum</i> L.	Cajado de São José	-	0,88%	-
Malpighiaceae				
<i>Malpighia emarginata</i> DC	Aceroleira	-	0,88%	-
Malvaceae				
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Mutamba	-	0,88%	-
Moraceae				
<i>Brosimum gaudichaudii</i> Trécul	Inharé	-	0,88%	-
Myrtaceae				
<i>Eucalyptus</i> sp.	Eucalipto	A	1,76%	3,12%
Olacaceae				
<i>Ximenia americana</i> L.	Ameixa-domato	A	0,88%	6,25%
Papaveraceae				

<i>Papaver somniferum</i> L.	Papoula	-	0,88%	-
Rhamnaceae		-		-
<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.	Juazeiro	-	5,30%	-
Rosaceae		-		-
<i>Rosa gálica</i> L.	Rosa da França	-	0,88%	-
<i>Rosa</i> L.	Roseira	-	0,88%	-
Sapindaceae		-		-
<i>Talisia esculenta</i> (A. St.-Hil.) Radlk.	Pitomba	-	1,76%	-
<i>Sapindus saponária</i> L.	Saboneteira	-	0,88%	-
Turneraceae		-		-
<i>Turnera ulmifolia</i> L.	Chanana	A	0,88%	3,12%

Tabela 1 - Plantas conhecidas pelos moradores e seus respectivos tipos de uso. A: Medicinal; B: Madeireiro; C: Alimentício; D: outros; -: sem uso citado.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quanto às espécies citadas pelos entrevistados, as famílias botânicas que tiveram o maior número de espécies citadas formam a família Fabaceae com 17 citações (29,31%) e Anacardiaceae com 8 citações (13,79%).

Em relação às plantas citadas, as de uso para fins medicinais foram listadas principalmente pelas entrevistadas de sexo feminino, enquanto as de uso madeireiro foram citadas exclusivamente pelos entrevistados do sexo masculino. Esse resultado pode ser reflexo das atividades atribuídas a esses grupos.

As duas participantes que citaram o maior número de plantas medicinais tinham entre 31 e 50 anos. Uma se identificou como dona de casa, por dedicar suas atividades ao cuidado do lar, e a outra trabalha numa escola como professora. Enquanto os entrevistados que citaram o maior número de plantas de uso madeireiro são agricultores.

4 | DISCUSSÃO

Dentre os entrevistados, a porcentagem de mulheres (58,82%) foi maior que a porcentagem de homens (41,18%), embora a diferença não tenha sido significativa, este fato pode estar relacionado ao baixo número de entrevistados, ou ainda pela própria prevalência de indivíduos do sexo feminino na formação da população do país (RIBEIRO, MELO; BARROS, 2016). Grande parte dos participantes (64,70%) sempre viveram na comunidade, sugerindo que há identificação e experiência por parte destes com o campo (FREITAS *et al.*, 2012), além disso, a permanência no mesmo local desde a infância da maioria dos entrevistados permite a construção de uma identidade cultural que é fortalecida pelos saberes e valores compartilhados (SANTOS; OLIVEIRA; CURADO; AMORIM, 2013).

O perfil socioeconômico dos entrevistados foi levado em consideração para compreender melhor sobre o conhecimento e relação desses com o conhecimento e

uso de plantas. Com relação à ocupação dos entrevistados, a agricultura foi a atividade predominante. Este padrão é o esperado levando em consideração que a pesquisa foi realizada na zona rural, onde a agricultura é praticada como principal atividade econômica (BUAINAIN, 2003). Principalmente para o cultivo de plantas para autoconsumo, em especial por aqueles agricultores que não possuem fonte de renda fixa (OLER, AMOROZO, 2017).

Sobre as famílias botânicas mais citadas, é possível apontar semelhança dos resultados aqui encontrados com outros estudos que fizeram tal levantamento, como os dados encontrados por Oliveira *et al.* (2010) tendo Fabaceae e Anacardiaceae entre as plantas mais citadas, com 28 e 7 citações, respectivamente. Levantamentos etnobotânicos realizados na região nordeste (ABREU, 2000; LEMOS; SANTOS; MENDES, 2018; BRAZ *et al.*, 2017; SOUSA *et al.*, 2018) também trazem a família Fabaceae como a mais representativa, sendo a maioria dessas fabaceae para fins medicinais, assim como Franco e Barros (2006) com 14 citações.

Dentre os moradores indicados à pesquisa, a maioria foi do gênero feminino, que se identificaram como donas de casa quando perguntadas sobre sua ocupação atual. Essa parcela foi responsável pelo maior número de citações de plantas de uso medicinal, o que pode estar relacionado à atribuição histórica de trabalhos domésticos e cuidado das crianças (VIU; VIU; CAMPOS, 2010). Além do trabalho doméstico as mulheres são responsáveis também por cuidarem dos quintais produtivos garantindo a segurança alimentar, geração de renda e promoção da saúde da família (PEREIRA; JARDIM; FREITAS; PARAENSE, 2018), sendo estas, conhecedoras das plantas, das receitas medicinais e dos tratos culturais do plantio (GONÇALVES; LUCAS, 2017).

Franco (2005) também afirma que comumente os serviços de extrativismo e caça são desenvolvidos por homens, enquanto que serviços do lar são tidos como atribuições do sexo feminino. Segundo House e Uchoa (1998) a mulher comumente possui uma percepção multidimensional, enquanto homens possuem geralmente uma visão unidimensional, tendo foco particular no aperfeiçoamento do rendimento de algumas espécies.

5 | CONCLUSÃO

Através do nosso estudo pode-se perceber que a elaboração do conhecimento está diretamente relacionada à interação do homem com o objeto, tendo em vista que houve uma demonstração considerável de saberes sobre a flora, principalmente por aqueles que desenvolviam atividades diretas com esses elementos, como é o caso dos agricultores.

Além disso, ficou evidente a influência do caráter cultural e social sobre os aspectos de conhecimento quanto ao uso de plantas, que refletem tendências relacionadas ao gênero e suas atribuições históricas e culturais.

REFERÊNCIAS

- ABREU, JR de. **Diversidade de recursos vegetais do cerrado utilizados pelos quilombolas Mimbó (Amarante, Piauí, Brasil)**. Tese de Doutorado. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 68p. 2000.
- ALBUQUERQUE, U. P.; LUCENA, R. F. P.; ALENCAR, N. L. Métodos e Técnicas para coleta de dados etnobiológicos. In: ALBUQUERQUE, U. P.; LUCENA, R. F. P.; CUNHA, L. V. F. C. **Métodos e técnicas na pesquisa etnobiológica e etnoecológica**. Recife, PE: NUPPEA, 559 p. 2010.
- ALMEIDA, C. F. C. B. R.; ALBUQUERQUE, U. P. **Uso e conservação de plantas e animais medicinais no estado de Pernambuco (Nordeste do Brasil): um estudo de caso**. Interciencia, v. 27, n. 6, 2002.
- BUAINAIN, A.; ROMEIRO, A. R.; GUANZIROLI, C. **Agricultura familiar e o novo mundo rural**. Sociologias, v. 5, n. 10, p. 312-347, 2003.
- BRAZ, L. C. C; ALMEIDA, R. S; CAMPOS, I. C. P; OLIVEIRA, F. J. C; ROZENDO, A. S; BARBOSA, V. O; TAVARES, D; GUIMARÃES, J. R; MARTINS, T. D. N; SANGLARD, D. A. **Levantamento etnobotânico na região de Sumé, Cariri paraibano: bioprospecção e conservação de plantas utilizáveis em biofarmacologia**. In: IX Encontro Nacional de Engenharia e Desenvolvimento Social. 2017.
- COSTA-NETO, E. M. **Conhecimento e usos tradicionais de recursos faunísticos por uma comunidade afro-brasileira. Resultados preliminares**. Interciencia, v. 25, n. 9, 2000.
- FRANCO, E. A. P. **A etnobotânica eo desenvolvimento sustentável no Quilombo Olho D'água dos Pires, Esperantina, Piauí, Brasil**. Tese de Doutorado. MSc thesis, Universidade Federal do Piauí, Teresina. 2005.
- FRANCO, E. A. P.; BARROS, R. F. M. **Uso e diversidade de plantas medicinais no Quilombo Olho D'água dos Pires, Esperantina, Piauí**. Revista Brasileira de Plantas Medicinais, v. 8, n. 3, p. 78-88, 2006.
- FREITAS, A. V. L.; COELHO, M. F. B.; MAIA, S. S. S.; DE AZEVEDO, R. A. B. **Plantas medicinais: um estudo etnobotânico nos quintais do Sítio Cruz, São Miguel, Rio Grande do Norte, Brasil**. Revista Brasileira de Biociências, v. 10, n. 1, p. 48, 2012.
- GIRALDI, M.; HANAZAKI, N. **Uso e conhecimento tradicional de plantas medicinais no Sertão do Ribeirão, Florianópolis, SC, Brasil**. Acta Botanica Brasilica, v. 24, n. 2, p. 395-406, 2010.
- GOMEZ-BELOZ, Alfredo. **Plant use knowledge of the Winikina Warao: the case for questionnaires in ethnobotany**. Economic Botany, v. 56, n. 3, p. 231-241, 2002.
- GONÇALVES, J. P; LUCAS, F. C. A. **Agrobiodiversidade e etnoconhecimento em quintais de Abaetetuba, Pará, Brasil**. Revista Brasileira de Biociências, v. 15, n. 3, 2017.
- HOUSE, P.; OCHOA, L. **La diversidad de especies útiles en diez huertos en la aldea de Camalote, Honduras**. Huertos Caseros Tradicionales de América Central: Características, Beneficios e Importancia, desde un Enfoque Multidisciplinario., p. 61-84, 1998.
- LEMOS, R; SANTOS, F; MENDES, M. **Estudos etnobotânicos em comunidades rurais de Cocal dos Alves, Piauí: resgate dos conhecimentos tradicionais**. Cadernos de Agroecologia, v. 13, n. 1, 2018.
- LUNA-MORALES, C. C. **Ciencia, conocimiento tradicional y etnobotánica**. Etnobiología, v. 2, n. 1, p. 120-136, 2002.
- OLER, J. R. L; AMOROZO, M. C. M. **Etnobotânica e conservação on farm de mandioca (Manihot esculenta Crantz) na agricultura de pequena escala no Estado de Mato Grosso, Brasil**. Interações (Campo Grande), v. 18, n. 4, p. 137-153, 2017.

OLIVEIRA, F. C. S.; BARROS, R. F. M.; MOITA NETO, J. M. **Plantas medicinais utilizadas em comunidades rurais de Oeiras, semiárido piauiense.** Revista Brasileira de Plantas Medicinais, v. 12, n. 3, p. 282-301, 2010.

PEREIRA, B. E.; DIEGUES, A. C. **Conhecimento de populações tradicionais como possibilidade de conservação da natureza: uma reflexão sobre a perspectiva da etnoconservação.** Desenvolvimento e Meio ambiente, v. 22, 2010.

PEREIRA, S. C. B; JARDIM, I. N; FREITAS, A. D. D; PARAENSE, V. C. **Levantamento etnobotânico de quintais agroflorestais em agrovila no Município de Altamira, Pará.** Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 13, n. 2, p. 200-207, 2018.

RIBEIRO, S. C.; MELO, N. D. P.; BARROS, A. B. **Etnoconhecimento de pequenos agricultores tradicionais sobre plantas medicinais no tratamento de dores provocadas pelo trabalho.** Cadernos de Terapia Ocupacional, v. 24, n. 3, p. 563-574, 2016.

SANTOS, A. S; OLIVEIRA, L. C. L; CURADO, F. F.; AMORIM, L. O. **Caracterização e desenvolvimento de quintais produtivos agroecológicos na comunidade Mem de Sá, Itaporanga d'Ajuda-Sergipe.** Revista Brasileira de Agroecologia, v. 8, n. 2, p. 100-111, 2013.

SOUZA, V. F. O; SANTOS, G. L; RODRIGUES, M. H. B. S; BARROSO, R. F; LEITÃO, E. T. C; SANTOS, J. J. F. **Levantamento etnobotânico da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal.** Acta Biológica Catarinense, v. 5, n. 1, p. 46-55, 2018.

SOUZA, S. A.; COELHO, W. L.V.; CARDOSO, A. P.; BEZERRA, L. C. A.; VERDE NETO, J. C. L. **Estudos das chuvas máximas para o município de Iguatu-CE.** Conexões-Ciência e tecnologia, v. 10, n. 2, p.47-52, 2015.

TOLEDO, V. M. M.; BARRERA-BASSOLS, N. **A etnoecologia: uma ciência pós-normal que estuda as sabedorias tradicionais.** Desenvolvimento e Meio Ambiente, v. 20, 2009.

VIU, A. F.; VIU, M. A. O.; CAMPOS, L. Z. O. **Etnobotânica: uma questão de gênero?** Revista Brasileira de Agroecologia, v. 5, n. 1, 2010.

DA CIÊNCIA À ARTE: ONDA DE DESPERDÍCIO – OS PERIGOS VISÍVEIS E INVISÍVEIS DO LIXO NO MAR

Data de aceite: 03/08/2020

Data de submissão: 21/07/2020

Camila Burigo Marin

Universidade do Vale do Itajaí-UNIVALI, Escola do Mar, Ciência e Tecnologia - EMCT
Itajaí, SC

<http://lattes.cnpq.br/2214161392302174>

<https://orcid.org/0000-0002-3901-0033>

Kátia Naomi Kuroshima

Universidade do Vale do Itajaí-UNIVALI, Escola do Mar, Ciência e Tecnologia - EMCT
Itajaí, SC

<http://lattes.cnpq.br/8537824513641643>

<https://orcid.org/0000-0002-4261-9878>

RESUMO: Os oceanos são de vital importância para os seres humanos, porém a poluição, em especial por lixo plástico, tem causado danos imensos. A ciência contribui para a elucidação da problemática, porém, devido, sua linguagem rebuscada, restringe a comunicação, enquanto a arte é um meio de expressão e uma linguagem universal. A ciência e a arte se complementam, se potencializam e permitem a explicação e compreensão de processos complexos de formas não lineares. A resolução para o problema do lixo no mar é complexa, urgente

e por isso necessita de abordagens holísticas que mobilizem a sociedade e provoquem uma mudança de comportamento. O Espetáculo Onda de Desperdício foi criado por cientistas artistas para sensibilizar o público para a mudança de comportamento na luta contra a poluição dos recursos hídricos e dos oceanos, com o intuito de instaurar correlações entre os conhecimentos cotidianos e científicos. O processo de criação do espetáculo passou por cinco etapas, compreendendo pesquisa, escrita do roteiro, o como fazer em coreografias e recursos audiovisuais, a performance em si e a avaliação da intervenção. Dividido em 3 atos, sendo o primeiro relacionado a aproximação do público com o assunto; o segundo ato destinado a aproximação da dor dos oceanos, ao processo de resgate e conexão nas nossas relações com a natureza e o terceiro e último ato nos conectando através da água à alegria da vida a nossa luz interior e o poder de transmutação que cada um tem com simples mudanças de hábitos. Foram utilizados diferentes estilos de dança, elementos e cores para a experimentação do conteúdo levando o público por uma montanha russa de sensações, de forma sensível, acessível, emocionante e envolvente em um ano de apresentações, já foi assistido por mais de 4 mil pessoas de

diferentes nacionalidades e realidades sociais no Brasil e na Índia.

PALAVRAS-CHAVE: Arte e Ciência, plástico, dança, popularização.

FROM SCIENCE TO ART: WAVE OF WASTE - FROM VISIBLE TO INVISIBLE DANGEROUS

ABSTRACT: The oceans are of vital importance, but the pollution has caused a great of damage. Science contributes to the illumination of the problem, but due to its far-fetched language, it enchant its knowledge to the scientific community. Art is fundamental, a mean of expression and a universal language. Science and art complement each other, strengthen each other and allow the explanation and understanding of complex processes in non-linear ways. The solution to the problem of waste on the sea is complex, urgent and therefore requires holistic approaches that mobilize society and bring about a change in behaviour. The Wave of Waste Show was created by artistic scientists to raise public awareness of practices change in the fight against water and ocean pollution, in order to establish correlations between daily and scientific knowledge and to move the public to act for the necessary transformations. The process of creating the scientific artistic spectacle went through five stages, including research, writing the script, how to do it in choreographies and audiovisual resources, the performance itself and the evaluation of the intervention. The spectacle was divided in 3 acts, the first one related to the approach of the audience with the subject; the second act destined to approach the pain of the oceans and the process of rescue and connection in our relations with nature and the third and last act connecting us through water to the joy of life to our inner light and the power of transmutation that each one has with simple changes of habits. Different dance styles, elements and colours were used to experience the content taking the audience on a roller coaster ride of sensations, in a sensitive, accessible and involving way the show in a year of presentations had been watched by more than 4 thousand people of different nationalities and social realities in Brazil and India.

KEYWORDS: Art and Science, plastic, dance, popularization.

1 | INTRODUÇÃO

O ser humano é capaz de transformar positiva ou negativamente o local onde vive. Não há dúvidas que vivemos em uma nova era, marcada pelas alterações provocadas pelo ser humano, controlando e moldando o mundo (ZALASIEWICZA et al., 2016). A história do planeta terra pode ser contada através de fatos que ocorreram em diferentes épocas, geologicamente o registro ocorre perante o reconhecimento de um indicador que preserva este pedaço da história. Assim como outros indicadores geológicos, o plástico tem um elevado potencial de ser preservado nos sedimentos marinhos, já são encontrados ao longo de estratos sedimentares desde ambientes mais remotos (ZALASIEWICZ et al.,

2016) até em praias com distribuição não apenas superficial, mas tridimensional (TURRA et al., 2014).

Os hábitos de consumo foram decisivos para determinar a situação que nos encontramos, o consumismo atual, representa hábitos ostensivos e perdulários que resultam em um modelo de consumo socialmente injusto e ambientalmente insustentável (CORTEZ; ORTIGOZA, 2007). O consumismo estimula a degradação ambiental através da extração excessiva dos recursos naturais e de forma mais nítida ao devolver como subproduto efluentes e resíduos em quantidades superiores às que ocorreriam numa situação de consumo consciente, este comportamento contribui para a redução dos serviços ecossistêmicos prestados pelo ambiente e consequentemente reduzem o bem-estar social (GODECKE; NAIME; FIGUEIREDO, 2013).

Embora a produção científica sobre a poluição e em especial as publicações referentes ao lixo plástico no mar tenham quadruplicado nos últimos anos (DAUVERGNE, 2018) não se observam mudanças comportamentais para combatê-la, nem reduções no volume do resíduo produzido ocorrendo nesta mesma proporção. Pouco ainda se faz para comunicar estes resultados para o público não científico.

A comunicação científica nunca é fácil, o público em geral tem dificuldade de entender o linguajar, as formas de abordagem científica e segundo Carnell et al. (2017) o público em geral fica facilmente sobrecarregado com as informações e acaba perdendo rapidamente o interesse pelas complexidades da pesquisa científica. A poluição plástica nos oceanos é um problema real que requer para ações bem sucedidas o envolvimento de consumidores, produtores e do poder público, na revisão de práticas atuais relacionadas à produção, uso e gestão de resíduos, na inserção de novas tecnologias e principalmente na mudança de comportamento do consumidor (LÖHR et al., 2017).

Não nos faltam apenas informações qualificadas e que demonstrem a real dimensão dos problemas relacionados a poluição nos oceanos, não basta apenas estarmos cientes dos problemas, mas conhecê-los e nos reconhecermos neste processo. Moraes e La Torre (2004) ressaltam que conhecer não é uma operação mental pura e estritamente racional, mas uma ativação de raciocínios que têm por base os sentimentos e emoções, sendo estas emoções segundo Maturana (1999) as responsáveis por levar à ação. Especialmente no meio científico falamos como se o racional tivesse validade universal e de certa forma achamos que assim deixamos de lado as emoções. Porém, segundo Moraes e La Torre (2004) todo o sistema racional, se baseia em premissas emocionais baseadas em experiências pretéritas, o fundamento emocional é a condição de possibilidade para o racional.

Estas justificativas nos levam a crer que para termos as transformações necessárias ao combate à poluição marinha, temos que nos preocupar não apenas em popularizar o problema, mas também na forma como estas informações chegam aos sujeitos para que estes possam finalmente agir e não tratar o assunto como algo banal.

Ao mudar a emoção, modifica-se o domínio de ação, Sentipensar é o que ajudará a refazer a aliança entre o racional e o intuitivo, e assim partirmos para a ação (MORAES; LA TORRE, 2004). Sentipensar segundo Moraes e La Torre (2004) é a fusão de duas formas de interpretar a realidade, partindo da reflexão e do impacto emocional onde o pensamento e o sentimento se integram e trabalham conjuntamente até que ocorra a conversão num ato de conhecimento, a ação de sentir e pensar.

O lixo plástico se tornou um dos maiores problemas da atualidade. Mas como trabalhar com um assunto que muitas vezes corresponde a um perigo invisível, transfronteiriço, e que a mudança depende da ação de pessoas com diferentes realidades sociais?

O espetáculo Onda de Desperdício: Os Perigos Visíveis e Invisíveis do Lixo no Mar, propõe a utilização da poluição por plásticos como um indicador da saúde dos oceanos, que permita tornar visível para as pessoas a poluição num contexto mais amplo, bem como encorajá-las a adquirirem hábitos mais sustentáveis.

Acreditamos, assim como Avery-gomm et al. (2019), que embora o consumo de plástico seja muito conveniente, a poluição por estes plásticos não é nada conveniente, além disso, o aumento da conscientização sobre a poluição por plásticos tem ajudado a motivar respostas de empresas e do governo para mudanças na política mitigando a poluição por plásticos.

A junção de arte e ciência é importante não apenas para comunicar os problemas, mas auxiliar no processo onde as pessoas se sintam parte também da solução. A arte fornece um mecanismo que permite envolver o público em uma experiência, ao combinar ciência e arte é possível envolver os espectadores em uma história mais profunda, aumentando a conscientização sobre o problema em questão (CARNELL et al., 2017).

O espetáculo Onda de Desperdício, através da dança, de recursos audiovisuais, da música, com suas cores e formas cheio de significados, visa não só aproximar o público do assunto, mas provocar a estimulação sensorial. Esta estimulação sensorial auxilia no processo de reconexão entre o ser humano e a natureza (Zinnke et al., 2018), possibilitando a criação de um espaço onde as pessoas sentem e expressam suas emoções, provocando uma sensibilização que pode aproximar o indivíduo às questões ambientais (Oliveira e Vargas, 2009).

2 | ARTE, CIÊNCIA E TRANSDISCIPLINARIDADE

Artigos, teses, dissertações e a pesquisa de forma geral são fundamentais para a compreensão e mensuração dos problemas relacionados à poluição marinha, mas não basta produzirmos conhecimento, essas informações precisam chegar às pessoas e de alguma forma fazer sentido para elas; afinal se fazemos parte do problema, fazemos parte também da solução!

A ciência e a arte são campos interdisciplinares e transdisciplinares, é necessário

que cada vez mais a ciência se assuma como transdisciplinar, especialmente as “ciências ambientais”. A transdisciplinaridade pode ser definida como aquilo que está através e além das disciplinas (NICOLESCU, 1998), é a construção de um novo conhecimento por, através das ciências disciplinares, integrando o conhecimento em função da humanidade e resgatando as relações de interdependência (SANTOS, 2005).

Para D’Ambrosio (2011) a transdisciplinaridade pode ser a resposta necessária ao resgate das relações de pertencimento à natureza e de um estilo de vida mais sustentável, uma vez que tem como princípio essencial reconhecer diversas dimensões (racional, emocional, intuitiva e sensorial), integrando o sujeito, o objeto, a natureza e a cultura. Vivenciamos a quase extinção das relações de transdisciplinaridade entre arte, ciência e natureza. O desenvolvimento da ciência moderna depende do resgate da transdisciplinaridade, uma infeliz banalização atribuiu o processo exclusivo de análise à ciência e o processo exclusivo de síntese à arte, sendo que na realidade o cientista e o artista experimentam ambos os processos (ATALAY, 2014).

Através do diálogo da arte e da ciência, visamos não só para aproximar as pessoas da ciência e da produção universitária, mas a incorporação de explicações dinâmicas, vivas, pulsantes, que envolvam aspectos não verbais, inconscientes, subjetivos, emocionais e racionais, para reconexão e resgate das relações de pertencimento. O espetáculo Onda de Desperdício incorpora e se vale da expressão artística de formas não lineares, de sensibilização para manifestar a tragédia científica, estética e ética que põe em causa a relação homem-natureza.

O espetáculo Onda de desperdício: Os perigos visíveis e invisíveis do lixo no mar, foi estruturado sob esta perspectiva, desenvolvido em uma tese de doutorado em ciência e tecnologia ambiental e executado e polinizado via extensão universitária em parceria com o projeto Água Viva: Do Recurso ao Patrimônio.

3 | O ESPETÁCULO ONDA DE DESPERDÍCIO

Idealizado e executado por cientistas bailarinos que trabalham com poluição marinha e que acreditam que a solução para o problema do lixo no mar implica em mudanças de hábitos e na redução do consumismo. Através da junção da ciência e da arte encontraram uma forma não só de comunicarem os resultados dos seus trabalhos, mas de potencializar o despertar e assim possibilitar o agir individual e coletivo na resolução dos problemas do lixo no mar: as mudanças de hábitos.

O processo de criação do espetáculo é algo complexo e difícil de ser explicado, porém, de forma a organizar o mesmo podemos dividi-lo em cinco etapas: A) Pesquisa B) Roteiro C) Como? D) Performance e E) Avaliação.

A. Pesquisa:

A pesquisa na qual se baseia a criação do espetáculo foi desenvolvida no trabalho de Marin (2020) após vivência e pesquisa prévia sobre o lixo no mar com a análise de dados bibliográficos e coleta e processamento de dados coletados *in situ*, foram listados os dados mais importantes de comunicar, seus impactos, danos e formas de remediação.

B. Roteiro

Com os dados e as informações contextualizadas aplicou-se a metodologia de criação de roteiro inspirada na jornada do Herói, nos pontos em que Campbell (1949) encontrou em comum em histórias, contos e mitos que são passados de geração em geração, sendo esta forma sistematizada por Vlager (1998) aqui adotada para guiar a confecção do roteiro. Essa estrutura é uma forma e não uma fórmula, sendo adaptada para o propósito.

C. Como?

Como representar tudo isso? Nesta etapa o desafio foi constituído da escolha das formas, cores e movimentos utilizados nas danças bem como das imagens e mensagens também passadas através dos recursos audiovisuais. Para a criação da performance, outra inspiração utilizada foi o método BPI - Bailarino, Pesquisador e Intérprete (RODRIGUES, 2003).

Esta etapa não comprehende só a escrita de uma história para contar sobre aquilo que desenvolvemos com pesquisa bibliográfica e coletas *in situ*. Trata-se de expressar todo esse aprendizado, questionar a própria pesquisa enquanto em desenvolvimento e produzir experiências significativas. O processo criativo coreográfico não foi apenas uma tradução do delimitado pelo roteiro, mas foi um processo de via dupla, pois também modificou o roteiro. Conforme ocorriam as criações das coreografias junto ao grupo, surgiam outras possibilidades a serem trabalhadas não só pelos corpos que dançam, mas pelo próprio roteiro.

O espetáculo é composto por 3 atos, onde o público é aproximado da realidade e da situação caótica na qual nos encontramos (ato 1), é levado a sentir a dor do mar e se reconectar ao natural (ato 2) e no último ato, é convidado a resgatar a alegria da vida e se permitir vivenciar o processo de “transmutação” (ato 3).



Figura 1: O espetáculo *Onda de desperdício* e seus atos. Ato 1: Estamos todos no mesmo barco (1A), O Caos (1B). Ato 2: A Dor do mar (2A), Reconexão (2B). O sagrado, momento de transição entre o ato 2 e 3 (2C). Ato 3: A alegria da Vida (3A), Transmutação (3B).

D. Performance

Para que a performance ocorra, para que o espetáculo seja apresentado é necessário além do roteiro e dos elementos, pessoas e movimentos. Os movimentos se deram através da construção coreográfica, etapa que foi bastante desafiadora, uma vez que a equipe como um todo, tinha muito mais experiência como cientistas do que como bailarinos. Foi necessária uma etapa anterior à construção coreográfica, foi necessário treinamento para o aprendizado de técnicas de dança aos cientistas que se tornaram cientistas-bailarinos. Na construção das coreografias do grupo, foi necessário não só avaliar a capacidade que o grupo tinha de executar determinados movimentos, mas também os permitir a se expressarem por movimentos e meios encontrados por seus corpos. A construção se deu em diversos momentos, consistiram em cada indivíduo do grupo se expressar livremente com a música, no compartilhamento do significado daquele momento no roteiro, no compartilhamento da leitura musical pensada a priori, no teste das ideias para o grupo e por fim a construção da coreografia.

Garaudy (1980) destaca que através da dança é possível dizer, porém com a dança não apenas se diz, mas se é. Manifestamos aquilo que somos, o gesto é mais que um discurso, não é o que dizemos que convence, mas a maneira de dizer, a forma que fazemos os nossos gestos, num simples movimento o nosso ser total vem à tona. O espetáculo é composto por pessoas que estão imersas no processo de aprendizagem, de compreensão e investigação da poluição dos recursos hídricos e marinhos. Estes aspectos de arte e vida, segundo Alcofra (2014) permitem o artista apresentar e não apenas representar, pois são uma mistura entre a realidade e a ficção.

Mesmo com o desafio da formação dos cientistas bailarinos, o espetáculo possibilita outras formas de fazer ciência e popularização científica e assim como relatado por Lesser (2018) auxiliá-los a aprimorar a sensibilidade, a empatia, a capacidade de observação e de trabalho em grupo.

Pós construção do roteiro e de produção, entra em cena o contato com o público e assim chegamos a parte das apresentações públicas (Performance), onde não só compartilhamos o produto com o público, mas avaliamos se o espetáculo consegue desempenhar sua função. Turtelli (2009) destaca que para ocorrer a potencialização dos conteúdos de um espetáculo, faz-se necessário o contato com o público, a partir deste contato pode haver novos entendimentos do trabalho, e essa troca é o que possibilita um constante desenvolvimento do mesmo.

O espetáculo foi elaborado em 2018, tendo a sua primeira apresentação em novembro deste mesmo ano. Com aproximadamente 35 minutos de duração, espetáculo foi apresentado 19 vezes, no intervalo de 1 ano. Já prestigiaram este espetáculo, 3.308 pessoas de 9 municípios da região sul do Brasil, e 1.050 pessoas de 2 municípios na Índia (Figura 2), totalizando 4.358 pessoas.

Onda de Desperdício 2018/2019

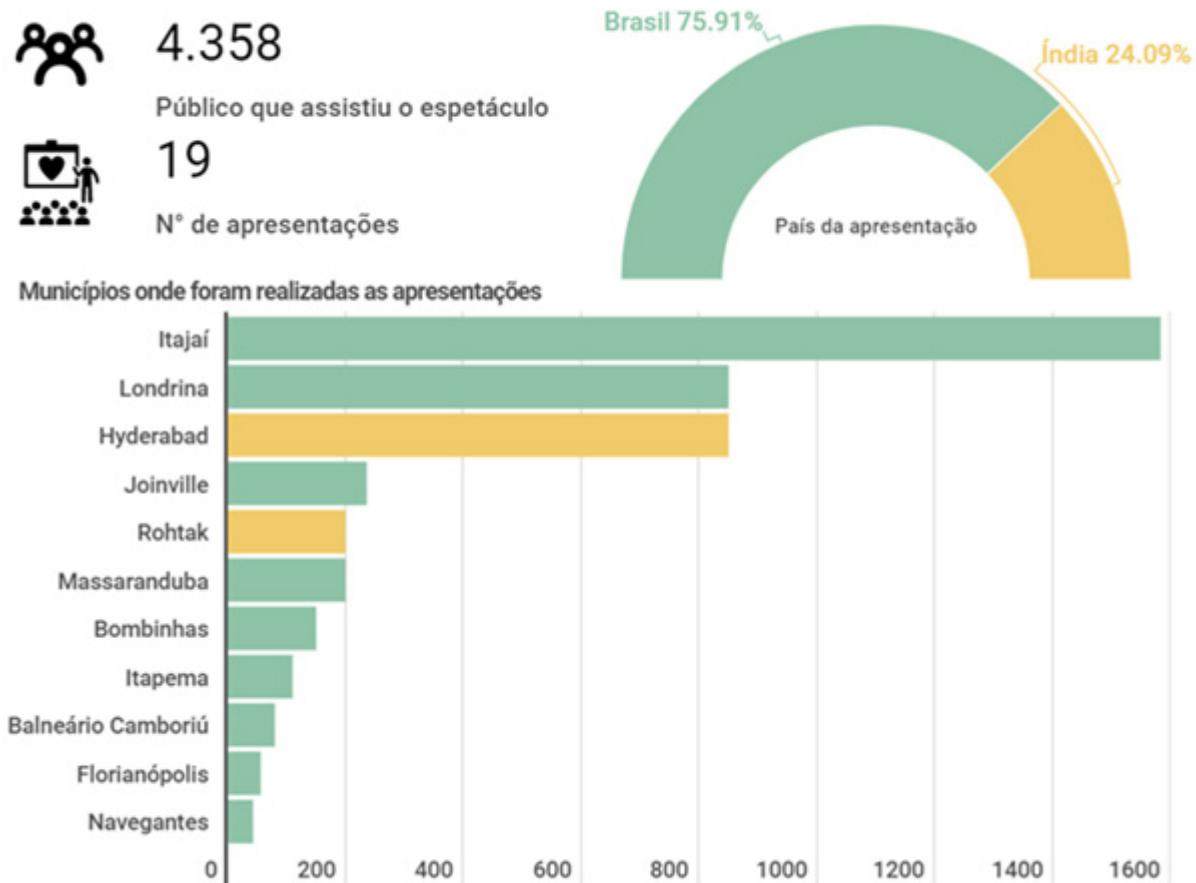


Figura 2: Distribuição do público nas apresentações do Espetáculo Onda de Desperdício: Os Perigo Visíveis e Invisíveis do Lixo no Mar. Em verde o número de pessoas que assistiram ao espetáculo nos municípios brasileiros e em amarelo nos municípios indianos.

E. Avaliação

A avaliação do espetáculo se deu de duas formas: 1) Análise da percepção dos bailarinos sobre a performance 2) Avaliação do rastro da personagem: o entendimento e interesse do público sobre os conceitos trazidos no espetáculo.

A análise da percepção dos bailarinos se deu através de relatórios feitos após cada intervenção, através de roda de conversa nos ensaios pós-intervenção e quando possível com análise de vídeo da performance, o intuito é socializar impressões e sentimentos do momento da performance, como se sentiram durante a execução do espetáculo, acertos e erros individuais e coletivos e de como perceberam as reações do público. Já na avaliação do rastro da personagem, após cada intervenção era aplicado um questionário semi-estruturado para avaliação do que o público sentiu e compreendeu sobre o espetáculo.

Estes resultados não são contemplados nesta publicação, mas gostaríamos de ressaltar a importância deste processo de retroalimentação. É muito importante que ocorra essa avaliação, pois assim as estruturas coreográficas e o próprio conteúdo podem ser ajustados, aumentando a efetividade tanto em relação a compreensão do público, como a melhoria na desenvoltura dos cientistas bailarinos.

4 | CONCLUSÃO

O afastamento da natureza, cada vez mais reforçado pela urbanização e a falta de contato com o meio natural pode dificultar a compreensão dos problemas relacionados à poluição e em especial a poluição por plásticos.

A ciência e a arte juntas podem trazer à tona diferentes dimensões que auxiliam na sensibilização das pessoas não somente para com os problemas, mas também para as soluções ambientais. Afinal, se nos vemos como parte deste problema, podemos nos ver também como parte da solução.

A emoção que a arte traz, gera um espaço onde a informação pode tocar e chegar de forma mais democrática e acessível a todos, podendo ser vital para o combate à poluição.

Não existem fórmulas mágicas para a criação e muito menos para a junção e fluidez entre arte e ciência. É necessário se permitir, permitir falar não apenas se baseando nos dados, mas nas observações e no que aquilo te faz sentir. Neste sentido, a dança entra como um grande aliado, permitindo ao corpo outras formas de fala, permitindo uma comunicação não-verbal, sendo não apenas um espaço de diálogo entre arte e ciência, mas também meio para a produção das mesmas.

É possível ver arte em tudo, é possível ver ciência em tudo.

O espetáculo Onda de Desperdício foi e é sem dúvidas um grande desafio para quem o faz e uma provocação para quem o vê, fazer e vivenciar arte e ciência é sem dúvida um sair da zona de conforto.

REFERÊNCIAS

- ALCOFRA, Gabriela Machado Freire Tournillon. **O rosto na dança: Um olhar sobre expressão e expressividade na dança contemporânea.** 2014. 184 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Artes da Cena, área de Concentração Teatro, Dança e Performance., Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014.
- ATALAY, Bulent. **Math and the Monalisa: The Art and Science of Leonardo da Vinci.** [s.i]: Smithsonian Books / Random House, 2014.
- AVERY-GOMM, Stephanie et al. **There is nothing convenient about plastic pollution.** Rejoinder to Stafford and Jones “Viewpoint – Ocean plastic pollution: A convenient but distracting truth?”. *Marine Policy*, [s.l.], v. 106, p.103552-103554, ago. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpol.2019.103552>.
- CAMPBELL, Joseph. **O herói de mil faces.** 10. ed. São Paulo, Sp: Editora Pensamento Ltda, 1949-1997. 199 p.
- CARNELL, S.; COOPER, K; MASTERS, D; MAUSZ, G; MUIR WILSON, T.; WALSH, P.H.; AUMAN, H.J.; VIRTUE, P.; OLIVIER, F. **Vanishing Point Unseen: an art/science collaboration and exhibition on the impact of microplastics in our oceans**, IMAS exhibition space (2017) [Other Exhibition].
- CORTEZ, Ana Tereza Caceres; ORTIGOZA, Silvia Aparecida Guarnieri. **Consumo Sustentável: conflitos entre necessidade e desperdício.** São Paulo: Unesp, 2007.
- DAUVERGNE, Peter. **Why is the global governance of plastic failing the oceans?** *Global Environmental Change*, Amsterdam, v. 1, n. 51, p.22-31, maio 2018. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378017314140>>. Acesso em: 28 jun. 2018.
- D'AMBROSIO, U. **A transdisciplinaridade como uma resposta à sustentabilidade.** *Revista Terceiro Incluído*, v. 1, 2011.
- GARAUDY, Roger. **Dançar a Vida.** 6. ed. 1980: Nova Fronteira, 1980. 188 p.
- GODECKE, Marcos Vinicius; NAIME, Roberto Harb; FIGUEIREDO, João Alcione Sganderla. **O CONSUMISMO E A GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO BRASIL.** *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, [s.l.], v. 8, n. 8, p.1700-1712, 11 jan. 2013. Universidade Federal de Santa Maria. <http://dx.doi.org/10.5902/223611706380>.
- LESSER, Casey. **Looking at Art Could Help Med Students Become Better Doctors.** 2018.
- LÖHR, Ansje et al. **Solutions for global marine litter pollution. Current Opinion In Environmental Sustainability**, [s.l.], v. 28, p.90-99, out. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cosust.2017.08.009>.
- MARIN, Camila Burigo. **LIXO PLÁSTICO NO MAR: a poluição marinha, do visível ao invisível.** 2020. 156 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciência e Tecnologia Ambiental, Escola do Mar, Ciência e Tecnologia., Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, 2020.
- MORAES, Maria Cândida; LATORRE, Saturnino de. **Sentipensar: Fundamentos e estratégias para reencantar na educação.** 2. ed. S.n: Vozes, 2004.
- NICOLESCU, B. **O manifesto da transdisciplinaridade.** Triom, 1998.
- OLIVEIRA, T. L. F.; VARGAS, I. A. **Vivências integradas à natureza: Por uma Educação Ambiental que estimule os sentidos.** Rio Grande (RS): Fundação Universidade do Rio Grande. Rev. eletrônica Mestr. Educ. Ambient. ISSN 1517-1256, v 22, janeiro a julho de 2009RODRIGUES, 2003.
- SANTOS, Akiko. **O que é transdisciplinaridade.** *Rural Semanal*, n. 31, 2005.

TURRA, Alexander et al. **Three-dimensional distribution of plastic pellets in sandy beaches: shifting paradigms**. *Scientific Reports*, [s.l.], v. 4, n. 1, p.1-7, 27 mar. 2014. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/srep04435>.

TURTELLI, Larissa Sato. **O Espetáculo Cênico No Método Bailarino-Pesquisador-Intérprete (Bpi): Um Estudo A Partir Da Criação E Apresentações Do Espetáculo De Dança Valsa Do Desassossego**. 2009. 305 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Artes, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

VOGLER, Christopher. **A Jornada do Escritor: Estruturas míticas para escritores**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira S.a., 1998. 301 p.

ZALASIEWICZA, Jan et al. **The geological cycle of plastics and their use as a stratigraphic indicator of the Anthropocene**. *Anthropocene*, [s.i], v. 1, n. 13, p.4-17, jan. 2016.

ZINNKE, Isadora et al. **Experimentando o oceano: a criança como agente multiplicador da preservação marinha**. *Extensio: Revista Eletrônica de Extensão*, [s.l.], v. 15, n. 31, p.106-115, 18 dez. 2018. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). <http://dx.doi.org/10.5007/1807-0221.2018v15n31p106>

SOBRE A ORGANIZADORA

MARIA ELANNY DAMASCENO SILVA - Mestra em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro Brasileira - UNILAB, ex-bolsista de pesquisa CAPES e integrante do grupo GEPEMA/UNILAB. Especialista na área de Gestão Financeira, Controladoria e Auditoria pelo Centro Universitário Católica de Quixadá - UniCatólica (2016). Tecnóloga em Agronegócio pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE (2014). Foi estagiária no escritório Regional do SEBRAE-Quixadá/CE entre os anos de 2012 a 2014. Atuou como bolsista técnica e voluntária de pesquisas durante a graduação em Agronegócios. Tem experiência nas áreas de ciências ambientais, ciências agrárias, ciências sociais e recursos naturais com ênfase em gestão do agronegócio, desenvolvimento rural, contabilidade de custos, políticas públicas hídricas, tecnologias sociais, sociobiodiversidade e educação ambiental. Além disso, faz parte da Comissão Técnica-Científica da Atena Editora. Possui publicações interdisciplinares envolvendo tecnologias sociais para o campo, cultura, ensino-aprendizagem, contabilidade rural, poluição e legislação ambiental.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Agência nacional de vigilância sanitária 58
Agroindústria 104, 105, 107
Artesão 4, 5
Aterro sanitário 67, 70, 72, 73, 75, 80, 81

B

Banana 8, 185, 186, 192, 194, 213

C

Certificação ambiental 32, 43
Ciclo hidrológico 124
Coeficiente de determinação 70, 79
Comercialização ilegal 195, 197
Compostagem 61, 64
Condições climáticas 72, 95, 98, 255, 257
Corredor central da mata atlântica 230
Cubierta vegetal 125, 126, 127, 141, 144, 151, 155

D

Diagramas 45
Doenças respiratórias 248, 257

E

Emoções 290, 291
Escalas temporais 124
Estiagens 1, 8, 10
Eutrofização 261

F

Feijão bravo 178, 179, 182
Fitofisionomias 95, 98, 197, 206
Flora 106, 183, 204, 206, 207, 235, 279, 280, 285
Fossa negra 16, 21, 23, 25, 27, 28, 30
Frota de veículos 247

I

- Incinação 61, 64
- Insumos farmacêuticos 61

L

- La cuenca experimental 127, 129, 153, 154, 155, 169
- Latossolo amarelo distrófico 170, 172
- Linguagem universal 288

P

- Padrões de qualidade do ar 250
- Parques nacionais 84
- Parque zoobotânico 178, 180
- Pegada ecológica 107
- Península ibérica 127, 151, 152, 153
- Planalto conquistense 236, 237
- Polinização 197, 236, 238, 240, 241, 245
- Precipitações pluviais 273
- Problemas fitossanitários 184, 185
- Protagonismo juvenil 236, 245

R

- Raízes de macrófitas 260, 261, 265
- Reciclagem 32, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 60, 61, 62, 63, 65
- Rede entomológica 208, 213, 225
- Régua linimétrica 269, 271
- Reservatório bolonha 259, 260

S

- Sabedoria popular 267, 268, 276
- Segurança alimentar 1, 9, 115, 116, 285
- Sensores 124, 127, 129, 130, 141, 151, 154, 156, 160, 161, 162, 164, 165, 167
- Simulações 82, 93
- Sistema de plantio direto 170, 172, 175, 176
- Software 21, 74, 75, 76, 84, 85, 94, 95, 96, 99, 100, 188, 267, 268, 271

V

- Vida útil 33

Z

Zonas rurais 18, 19, 278

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

O MEIO AMBIENTE E A INTERFACE DOS SISTEMAS SOCIAL E NATURAL 2

- 🌐 www.atenaeditora.com.br
- ✉️ contato@atenaeditora.com.br
- 👤 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
- 👤 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

O MEIO AMBIENTE E A INTERFACE DOS SISTEMAS SOCIAL E NATURAL 2